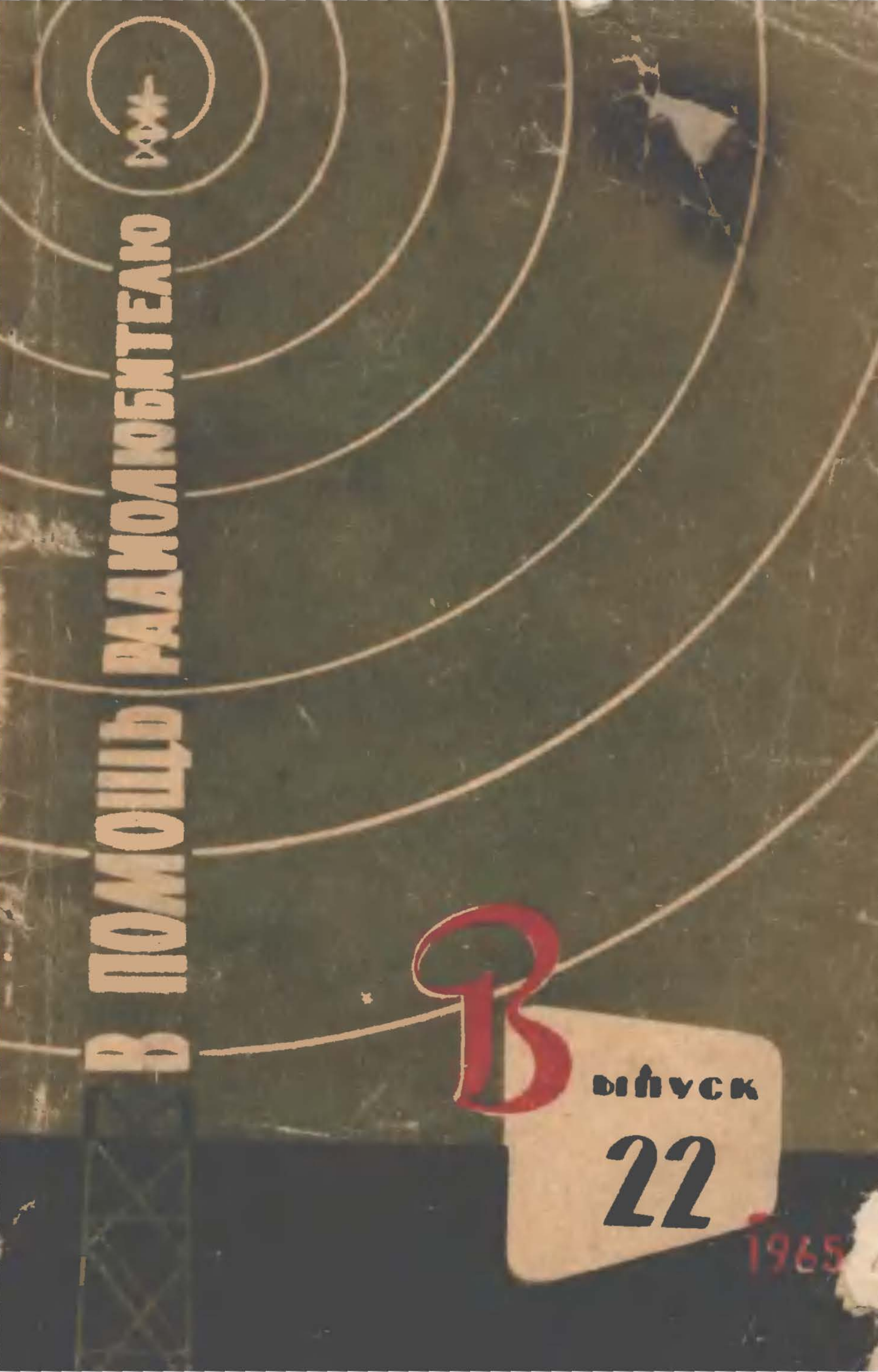
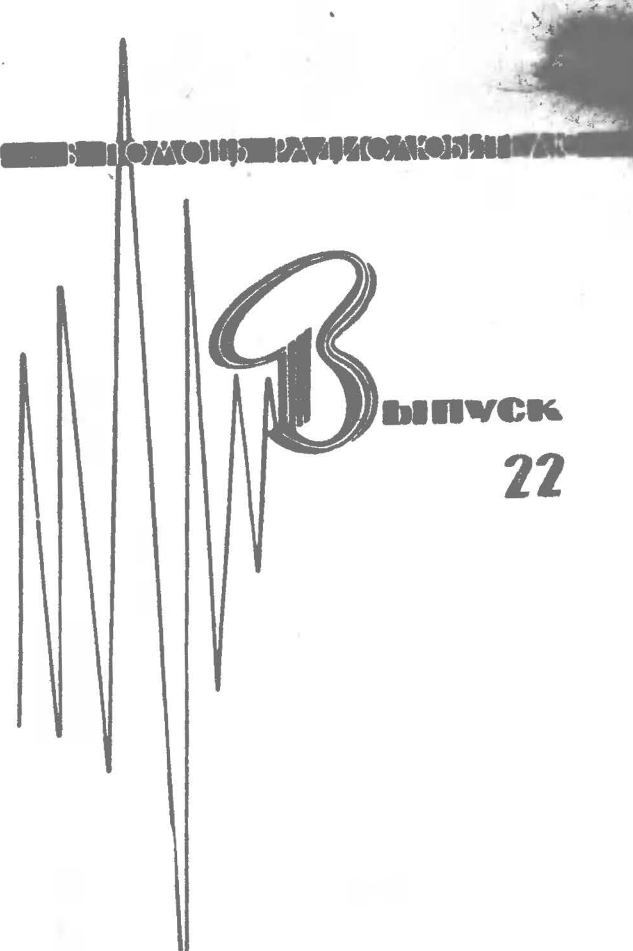

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
22
1965



Издательство ДОСААФ
Москва — 1965

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМНИК ЦС-4

А. Перелыгин

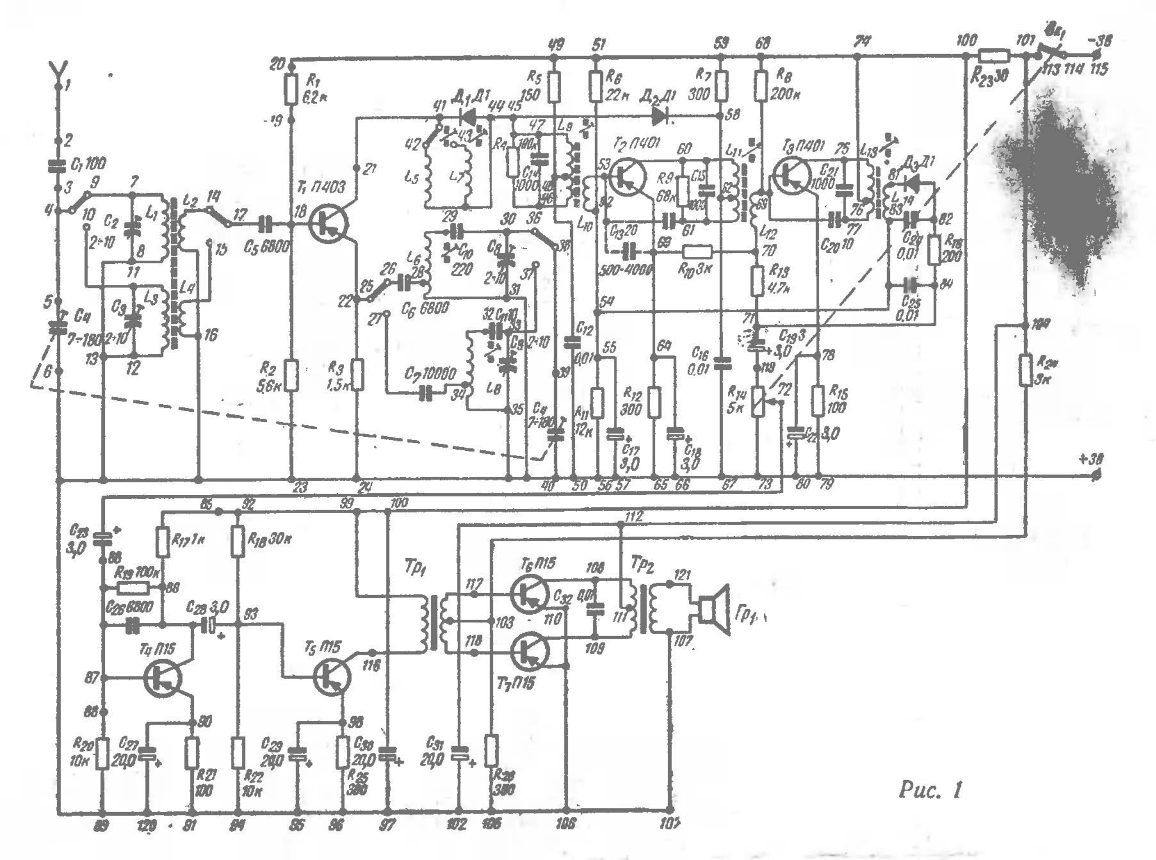
Технические данные

Радиоприемник ЦС-4 собран по супергетеродинной схеме с совмещенным гетеродином и смесителем на семи транзисторах и трех диодах (рис. 1).

Приемник рассчитан на прием программ станции средневолнового диапазона (0,5—1,6 *Мгц*), чувствительность его 50 *мкв/м*, выходная мощность 50 *мвт*. В целях пропаганды радиолюбительского спорта в приемник введен коротковолновый диапазон (6,95—7,15 *Мгц*). В этом диапазоне можно услышать значительное количество радиолюбительских станций, проследить правила обмена. При желании можно принимать радиостанции, работающие телеграфом. Для этого при монтаже схемы необходимо предусмотреть изменение емкости одного из нейтрализующих конденсаторов C_{13} или C_{20}, что вызовет возбуждение приемника по промежуточной частоте и радиолюбитель получит возможность принимать радиостанции, работающие телеграфом. Чувствительность приемника на КВ диапазоне 20 *мкв*. Приемник питается от батареи напряжением 3 *в* (два элемента типа «Кристалл») и потребляет ток в режиме покоя 4—5 *ма* при максимальной мощности 15—20 *ма*.

Детали и конструкция

Печатный монтаж (рис. 2), антенна на ферритовом стержне, шкала с указателем и батарея питания размещены на гетинаксовой плате толщиной 1,5 *мм*, а громкоговоритель и телескопическая антенна для



Вк1
-3В
+3В
R1 6,2к
R2 5,6к
R3 1,5к
R4 100к
R5 150
R6 22к
R7 300
R8 200к
R9 68к
R10 3к
R11 12к
R12 300
R13 4,7к
R14 5к
R15 100
R16 200
R17 1к
R18 30к
R19 100к
R20 10к
R21 100
R22 10к
R23 30
R24 3к
R25 390
R26 390
C1 100
C2 2÷10
C3 2÷10
C4 7÷180
C5 6800
C6 6800
C7 10000
C8 2÷10
C9 2÷10
C10 220
C11 10
C12 0,01
C13 20
500-4000
C14 1000
C16 0,01
C17 3,0
C18 3,0
C19 3,0
C20 10
C21 1000
C22 3,0
C24 0,01
C25 0,01
C23 3,0
C26 6800
C27 20,0
C28 3,0
C29 20,0
C30 20,0
C31 20,0
C32 0,01
Д1 Д1
Д2 Д1
Д3 Д1
T1 П403
T2 П401
T3 П401
T4 П15
T5 П15
T6 П15
T7 П15
Тр1
Тр2
Гр1

Рис. 1

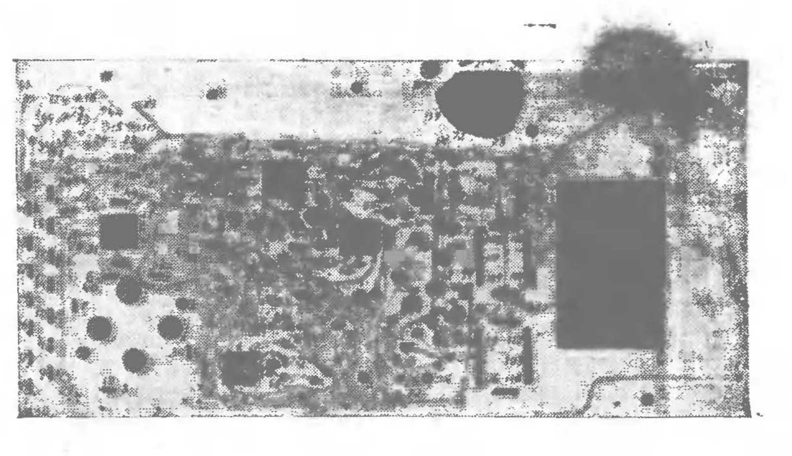


Рис. 2

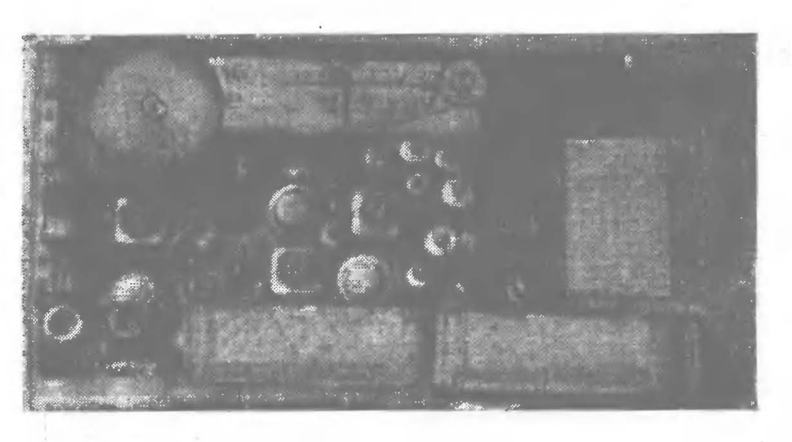


Рис. 3

работы на коротких волнах — непосредственно в пластмассовом корпусе размером 156×82×37 *мм*. Общий вид монтажа приведен на рис. 3.

В приемнике использованы стандартные детали, применяемые в отечественных малогабаритных приемниках. Конденсатор переменной емкости от приемника «Нева» емкостью от 7 до 180 *пф* смонтирован совместно с четырьмя подстроечными конденсатора-

ми[illegible] от 2 до 10 *пф* каждый. Катушки ан-[illegible]нтура средних волн L_1, L_2 намотаны на пр[illegible]ольном ферритовом стержне 600-НН размера[illegible] 20×3×112 *мм*. Катушки антенного контура коротких волн L_3, L_4 намотаны на отдельном каркасе и связаны с телескопической антенной конденсатором C_1 — 100 *пф*. Катушки гетеродина средних волн L_5, L_6 и контуры фильтров ПЧ L_8L_{10}, $L_{11}L_{12}$, $L_{13}L_{14}$ размещены в стандартных ферритовых сердечниках Ф-600, применяемых в приемнике «Нева». Катушки гетеродина коротких волн L_7, L_8 намотаны на каркасе от контура телевизора «Рубин». Для монтажа использованы малогабаритные сопротивления типа УЛМ и конденсаторы типа ЭМ, БМ и КДС.

Намоточные данные всех катушек приведены в таблице.

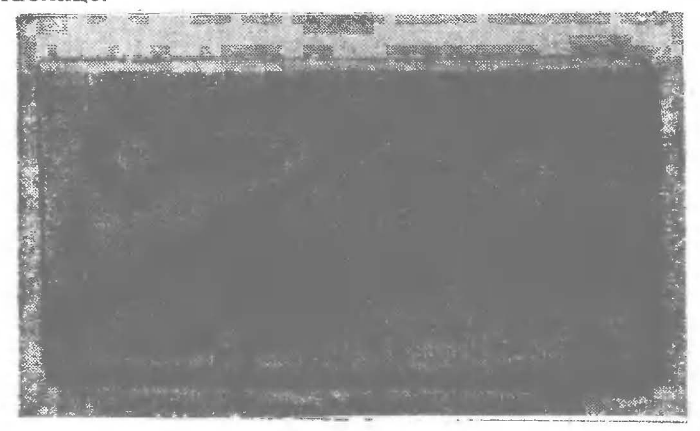


Рис. 4

Преобразователь частоты собран на транзисторе П403, усилитель ПЧ — на транзисторах П401, а усилитель НЧ — на транзисторах П15. Диоды применены типа Д1.

Переменное сопротивление R_{14}, совмещенное с выключателем, использовано от приемника «Нева». Переключатель диапазонов на пять положений взят от приемника «Гауя». Громкоговоритель типа 0,1-ГД-6 с сопротивлением звуковой катушки 9,5 *ом*. Согласующий и выходной трансформаторы собраны

на пермаллоевых (50-Н) пластинах Ш-3, [illegible] набора 6 *мм*.

На место сопротивления R_{26} желательно поставить термосопротивление ММТ-13, которое значительно улучшит стабилизацию режима выходного каскада. Следует, однако, учесть, что приведенные рекомендации не обязательны; вполне возможны соответствующие замены, но они потребуют изменений в монтажной плате.

Внешний вид приемника приведен на рис. 4.

Принципиальная схема

Принятый сигнал с входного контура через конденсатор C_5 поступает на базу транзистора T_1, на котором собраны преобразователь частоты и гетеродин. Гетеродин собран по схеме с индуктивной обратной связью. Катушка связи L_5 (L_7) шунтируется диодом $Д_1$.

Нагрузкой преобразователя является катушка контура ПЧ L_8 с сопротивлением R_5. Параметрическая стабилизация каскада ВЧ обеспечивается делителем R_1, R_2 в цепи базы транзистора T_1 и сопротивлением R_3 в цепи его эмиттера. Как правило, в данной схеме более устойчиво работает транзистор П403 с коэффициентом $B \geqslant 30$.

Ток коллектора транзистора колеблется в пределах от 0,2 до 0,5 *ма*.

Сигнал промежуточной частоты с катушки L_{10} поступает на базу транзистора T_2 — усилителя ПЧ и далее через фильтр L_{11}, L_{15} на базу транзистора T_3 — второго усилителя ПЧ. Нагрузками первого и второго каскадов усилителей ПЧ являются резонансные контуры $L_{11}C_{13}$, $L_{13}C_{21}$ фильтров ПЧ.

Через сопротивления R_6 и R_{11}, R_8, R_{10} и R_{12} подается смещение на базы соответствующих транзисторов. Совместно с сопротивлениями R_{12}, R_{15} они обеспечивают температурную стабилизацию режима транзисторов. С фильтра усилителя ПЧ L_{13}, L_{14} сигнал поступает на диодный детектор $Д_3$ с низкоомной нагрузкой R_{16} и далее на регулятор громкости.

Постоянная составляющая продетектированного напряжения через цепочку АРУ поступает на базу

транзистора T_2 и регулирует его ток. С регулятора громкости сигнал поступает в усилитель НЧ, собранный на четырех транзисторах.

Выходной каскад усилителя НЧ выполнен по двухтактной схеме и работает в режиме класса В. Для улучшения частотной характеристики усилитель НЧ охвачен отрицательной обратной связью, создаваемой цепью $R_{19}C_{26}$. Режимы работы транзисторов усилителя НЧ по постоянному току стабилизируются соответственно цепочками R_{19}; R_{20}, R_{21} и R_{18}, R_{22}, R_{25}. Нагрузкой транзистора T_4 является сопротивление R_{17}, а транзисторов T_5, T_6, T_7 соответственно обмотки согласующего и выходного трансформаторов. Конденсатор C_{32} создает высокочастотную коррекцию выходного каскада.

Таблица

Обозначение по схеме	Количество витков	Марка и диаметр провода	Тип намотки
L_1	72	ЛЭШО 7×0,05	Рядовая, на подвижном каркасе
L_2	18	ЛЭШО 7×0,05	Рядовая, поверх L_1, на подвижном каркасе
L_3	30	ПЭЛШО 0,5	Рядовая
L_4	5	ПЭЛШО 0,05	Рядовая, поверх L_3, примерно на середине
L_5	16	ПЭЛ 0,06	Для катушек L_5 и L_6 провод скручивается в три жилы, «внавал», на двух верхних секциях катушки под катушкой L_6
L_6	50+45+30	ПЭЛ 0,06	«Внавал», внизу секция 50 витков, от нее отвод от 4-го витка
L_7	6	ПЭЛШО 0,5	Рядовая, сверху и на середине L_8
L_8	28	ПЭЛШО 0,5	Рядовая, отвод от 2-го витка снизу
L_9	34+34+34	ПЭЛ 0,06	Для катушек L_9, L_{10}, L_{11}, L_{12} провод скручивается в четыре жилы, «внавал», отвод от середины
L_{10}	15	ПЭЛ 0,06	В двух верхних секциях 7+8 витков под катушкой L_9

Обозначение по схеме	Количество витков	Марка и диаметр провода	Тип намотки
L_{11}	34+34+34	ПЭЛ 0,06	Аналогично L_9
L_{12}	10	ПЭЛ 0,06	Аналогично L_{10}
L_{13}	70+70	ПЭЛ 0,08	«Внавал», отвод от середины
L_{14}	35+35	ПЭЛ 0,08	«Внавал», под катушкой L_{13}
L_{15}	2 700	ПЭЛ 0,06	«Внавал», под катушкой L_{16}
L_{16}	350+350	ПЭЛ 0,06	«Внавал», сразу в два провода, отвод от середины
L_{17}	450+450	ПЭЛ 0,09	«Внавал», под катушкой L_{18}, в два провода, отвод от середины
L_{18}	102	ПЭЛ 0,23	Рядовая

Настройка и подбор параметров схемы

В усилителе НЧ особое внимание следует уделить подбору транзисторов T_6 и T_7, параметры которых должны быть как можно ближе, так как они работают от общего делителя R_{24}, R_{26}.

Усилитель НЧ практически никакого налаживания не требует. Наиболее просто и быстро его можно отладить, если подать на базу транзистора T_4 сигнал НЧ от городской трансляционной сети.

Регулировка сводится к подбору величины сопротивления R_{26}; для этого вместо него нужно поставить переменное сопротивление 500 *ом* и подать питание через миллиамперметр (или авометр). Сопротивление подбирается так, чтобы ток покоя был порядка 4—5 *ма*, а максимальный ток при полном сигнале не превышал 20 *ма*. Подбор емкости конденсатора C_{26} создает желаемый тембр звучания (с увеличением емкости высокие частоты ослабляются).

Усилитель ВЧ настраивают с сигнал-генератором, но лучше, если использовать также ламповый вольтметр; однако, удовлетворительный результат можно получить и при отстройке на слух по несущей частоте сигнал-генератора.

Настройку начинают с тракта ПЧ. Для этого конденсатор C_5 отключают от базы транзистора T_1, устанавливают переключатель в положение средних волн, ставят перемычки на катушки L_5 и L_6, отключают базу транзистора T_2 и ставят перемычки на катушки L_9 и L_{11}. Такая тщательная изоляция всех колебательных контуров необходима для точной подстройки каждого контура в отдельности, так как в приемнике все элементы ПЧ очень жестко связаны между собой.

Затем устанавливают на сигнал-генераторе частоту 465 *кгц* и напряжение с его выхода подают на базу транзистора T_3 через конденсатор 100 *пф* (плюсовой конец выхода на плюс приемника).

Перемещая сердечник катушек L_{13}, L_{14}, добиваются максимального выходного сигнала, контролируя его на слух или по показаниям вольтметра. Далее присоединяют базу транзистора T_2 на прежнее место, снимают перемычку с катушки L_{11}, подают напряжение с выхода генератора на базу транзистора T_1 и настраивают контур L_{11}, L_{12}. После этого снимают перемычку с катушки L_9 и настраивают контур ПЧ L_9, L_{10}. Теперь остается скорректировать настройку всех трех контуров вместе так, чтобы через приемник было заметно прохождение сигнала в 2—3 *мкв.*

Для настройки гетеродина средних волн снимают перемычки с катушек L_5 и L_6, ставят конденсатор переменной емкости C_4 в положение максимальной емкости, подают на приемник сигнал с генератора 0,5 *Мгц* и, вращая сердечник катушки гетеродина, добиваются максимального сигнала на выходе приемника. Затем ставят конденсатор в положение минимальной емкости и подают сигнал 1,5 *Мгц.* Настройка на частоту гетеродина производится подстроечным конденсатором C_8.

Следует отметить, что поскольку радиолюбители обычно используют для своих приемников нестандартные детали, то верхний предел частоты может не совпасть с рекомендуемым. Тогда его следует вогнать в нужный диапазон частоты, подбирая число витков.

После настройки средневолнового диапазона переводят переключатель в положение коротких волн и аналогично настраивают коротковолновый гетеродин по нижнему пределу 6,95 *Мгц* и верхнему 7,15 *Мгц*. При настройке гетеродина коротких волн нужно обязательно проходить настройку по всему диапазону, от 6,95 до 7,15 *Мгц*, чтобы настроить контур по основному сигналу, а не по гармоническому колебанию, которое тоже может быть относительно мощным и внести ошибку в настройку.

Кроме того, следует проследить, чтобы выходной сигнал был одинаковой мощности по всему диапазону. Завалы частотной характеристики контура могут получиться при настройке его на одну из гармоник или же при неправильном подборе параметров транзистора, что создает неустойчивую генерацию.

При настройке гетеродина следует учесть, что при несоответствии соединения катушек связи L_5 (L_7) гетеродин может неравномерно генерировать по диапазону или совсем не работать; в этом случае необходимо концы катушек L_5 (L_7) поменять местами.

При возможном возникновении возбуждения по промежуточной частоте следует в цепь база — эмиттер транзистора T_2 ввести развязывающий конденсатор емкостью от 500 до 4 000 *пф* или устранить возбуждение, подобрав емкости конденсаторов C_{13} и C_{20}.

При желании растянуть коротковолновый диапазон на меньший интервал частот следует уменьшить емкость конденсатора C_{11}.

Для сопряжения входных контуров и гетеродинов следует соединить конденсатор C_5 с базой транзистора T_1 и отключить генератор. Напряжение с выхода генератора через сопротивление 80 *ом* подается на замкнутую квадратную медную рамку со стороной 400 *мм* и сечением 4—5 *мм*. Рамка располагается на расстоянии 1 *м* от приемника. Затем переключатель ставят в положение средних волн, конденсатор C_4 — в положение максимальной емкости, с генератора на приемник подают сигнал частотой 0,5 *Мгц*. Грубого сопряжения контуров добиваются, подгоняя число витков, и более точно — передвигая антенную катушку L_1 и катушку связи L_2 по ферритовому стержню.

Чтобы определить достаточность индуктивности контура, следует поднести к торцу антенного стержня кусок феррита; если при этом сигнал увеличивается, то индуктивность контура недостаточна и нужно увеличить число витков, если же сигнал уменьшается, то число витков следует уменьшить.

Подобрав число витков катушек, находят по максимальному выходному сигналу наиболее правильное взаиморасположение контуров на стержне.

Затем конденсатор переводят в положение минимальной емкости, с генератора подают сигнал частотой 1,5 *Мгц* (или точно тот, на который настроен гетеродин) и, изменяя емкость конденсатора C_2, добиваются максимального выходного сигнала.

После настройки все колебательные контуры закрепляют обезвоженным парафином. Переключатель ставят в положение коротких волн и сопрягают гетеродин и коротковолновый контур. Порядок сопряжения точно такой же, как и для средних волн, но сопряжение на нижнем участке диапазона частот достигается передвижением сердечника контура.

Сопряжению контуров нужно уделять особое внимание и проводить эту операцию очень тщательно (по нескольку раз), так как неточность сопряжения может испортить результаты даже отлично проведенной предварительной работы.

После сопряжения контуров настройку приемника можно считать законченной, остается только нанести на шкалу границы диапазонов и основные частоты; для средних волн удобна цена деления 0,2 *Мгц*, а для коротких — 0,05 *Мгц*. Можно разметить шкалу и по частотам отечественных станций, работающих в данных диапазонах.

При выполнении монтажа нужно обратить внимание на тщательность экранировки и заземления экранов контуров фильтров ПЧ и гетеродинов. Контуры коротких волн не экранируются, но тогда очень большие расстройки в работу приемника вносят наводки от рук и усложняется настройка.

Наводка значительно снижается, если сверху на каркас гетеродина надеть незамкнутую катушку, содержащую 100—200 витков провода ПЭШО 0,10—0,12 с намоткой типа «Универсаль». Но в этом слу-

чае катушку устанавливают заблаговременно и настройка ведется вместе с катушкой.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

(Разработка лаборатории ЦРК ДОСААФ)

М. Фролов

Генератор, схема которого изображена на рис. 1, устойчив в работе и почти не требует налаживания. Он представляет собой двухкаскадный усилитель постоянного тока с положительной обратной связью, имеет низкоомные вход и выход и работает без переворота фазы.

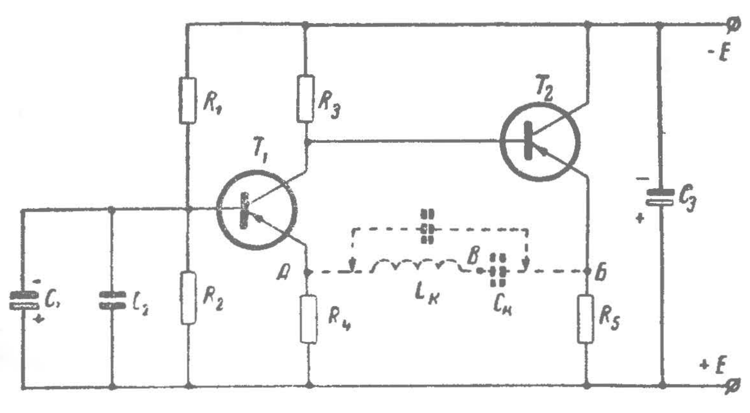


Рис. 1

На транзисторе T_1 собран усилитель с общей базой, нагрузкой которого в цепи коллектора является сопротивление R_3 и входное сопротивление следующего каскада. Положительное смещение подается на эмиттер транзистора с делителя R_1, R_2 и сопротивления R_4. Эти сопротивления определяют положение рабочей точки каскада. Конденсатор C_2 — шунтирующий по высокой частоте, C_1 — по низкой частоте.

На транзисторе T_2 собран эмиттерный повторитель, связанный с предварительным каскадом гальванической связью. Отсутствие переходных емкостей значительно расширяет частотный диапазон генератора.

Каскад с общей базой (первый) обладает низким входным и высоким выходным сопротивлениями и не дает усиления по току, но зато обеспечивает большое усиление по напряжению. Фазы входного и выходного напряжений каскада одинаковы.

Каскад усиления с общим коллектором (второй каскад) не дает усиления по напряжению, зато его усиление по току весьма значительно. Фаза напряжения на выходе каскада с общим коллектором также совпадает с фазой напряжения на его входе.

Таким образом, усилитель имеет значительное усиление и по напряжению, и по току. В этом отношении он почти эквивалентен одному каскаду усиления по схеме с общим эмиттером, но по сравнению с ним обладает рядом преимуществ: более широкой полосой пропускания, совпадением фазы напряжения на выходе, низкоомными входом и выходом. Последние два свойства особенно ценны при конструировании различных генераторов, так как для возникновения самовозбуждения достаточно соединить выход усилителя с его входом каким-либо реактивным сопротивлением.

Звуковые генераторы

Если вход и выход описанного выше усилителя соединить последовательным колебательным контуром, возникнет частотнозависимая положительная обратная связь. Сопротивление контура на его собственной резонансной частоте становится чисто активным и минимальным. На других частотах сопротивление контура увеличивается и возникает сдвиг фаз между входным и выходным напряжениями усилителя. По этой причине генератор возбуждается на резонансной частоте контура.

Входное и выходное сопротивления генератора включены последовательно с контуром, поэтому напряжение точки *В* значительно превышает напряже-

ния в точках *А* и *Б*. При достаточно высокой добротности контура первое напряжение может в несколько раз превышать напряжение источника питания. Амплитуда тока, протекающего по контуру $L_к C_к$, весьма значительна, поэтому усилитель работает в режиме ограничения. Форма напряжения на входе и выходе генератора при добротности контура, значительно превышающей критическую, почти прямоугольная. Колебательный контур отфильтровывает напряжение гармоник, поэтому напряжение в точке *В* чисто синусоидальное, его можно использовать для настройки ламповых каскадов (высокоомный выход). Амплитуда напряжения на контуре зависит от его добротности.

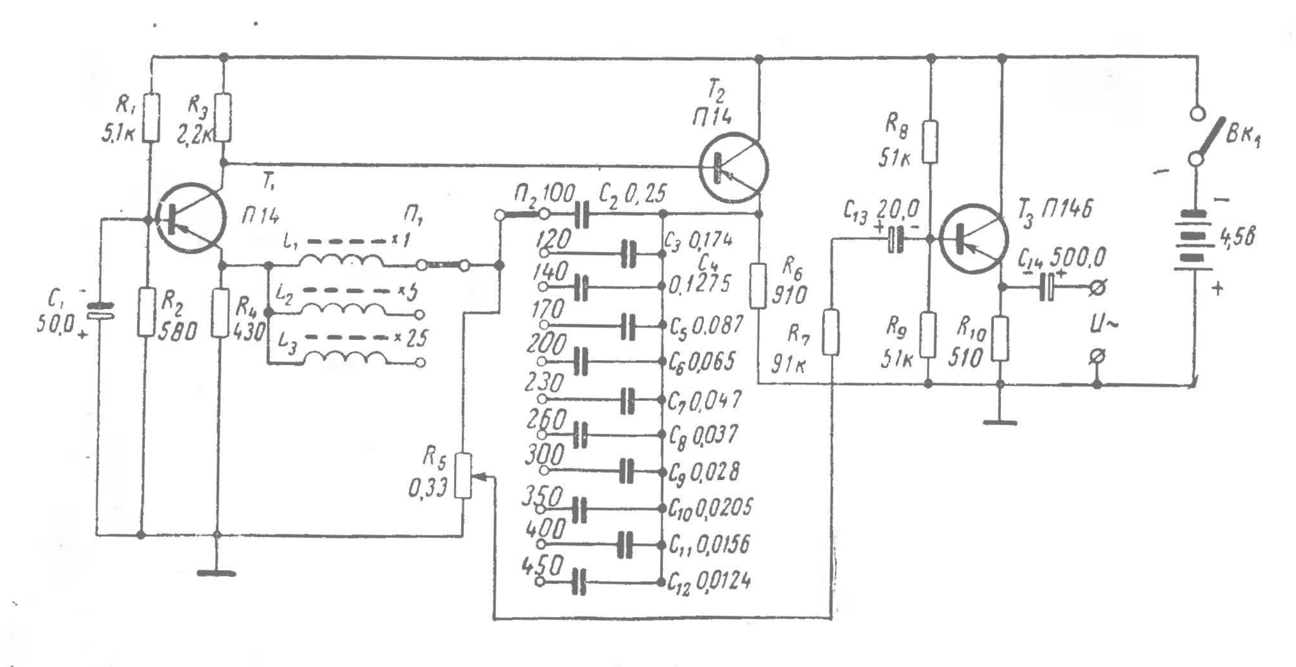
По сравнению с обычными схемами *LC* генераторов приведенная схема имеет ряд преимуществ. Во-первых, от катушек не требуется отводов, что особенно важно для генератора нескольких частот. Кроме того, генератор, собранный по этой схеме, имеет очень малое количество гармоник, не требует налаживания, позволяет в значительных пределах менять частоту колебаний изменением емкости конденсатора $C_к$. Так, например, если индуктивность контура $L_к=1$ *гн*, а добротность $Q=30$, то при изменении емкости $C_к$ от 1 000 *пф* до 1 *мкф* частота изменяется более чем в 30 раз. При использовании катушек более низкой добротности частотный диапазон в результате изменения емкости $C_к$ уменьшается.

Генератор работает в широком диапазоне частот. Например, применяя транзисторы П403, можно получить частоты генерации от 4 *гц* до 6 *Мгц*. При этом изменяются только параметры колебательного контура.

Генератор устойчиво работает при изменении напряжения питания в несколько раз, при этом изменяется только величина выходного напряжения.

Основной недостаток генератора заключается в том, что при изменении добротности колебательного контура выходное напряжение генератора также изменяется.

Для налаживания полупроводниковой аппаратуры можно снимать напряжение с сопротивления R_5 (низкоомный выход, точка *Б*), однако в этом случае



R1
5,1к
R3
2,2к
T1
П14
T2
П14
П2 100
C2 0,25
П1
L1
×1
L2
×5
L3
×25
C1
50,0
R2
580
R4
430
R5
0,33
120
140
170
200
230
260
300
350
400
450
C3 0,174
C4
0,1275
C5 0,087
C6 0,065
C7 0,047
C8 0,037
C9 0,028
C10 0,0205
C11 0,0156
C12 0,0124
R6
910
R7
91к
R8
51к
R9
51к
C13 20,0
T3 П14б
R10
510
C14 500,0
U~
Вк1
4,5в

Рис. 2

форма напряжения близка к прямоугольной. Чтобы получить на сопротивлении R_5 напряжение синусоидальной формы, можно снизить добротность контура $L_кC_к$ до минимальной (критической) величины (например, зашунтировать $L_к$ сопротивлением соответствующей величины). Следует учесть, что в таком режиме генератор работает неустойчиво.

Напряжение из точки B можно подать на вход катодного или эмиттерного повторителя, которые имеют высокое входное и низкое выходное сопротивления. В этом случае необходимо согласовать выходное сопротивление генератора и входное сопротивление эмиттерного повторителя.

Практическая схема использования универсального генератора в качестве звукового генератора на 33 фиксированные частоты приведена на рис. 2.

Прибор можно применить для налаживания усилителей низкой частоты, для измерения индуктивностей катушек и емкостей конденсаторов и пр. По сравнению с генераторами RC и по схеме биений описываемый генератор имеет бо́льшую стабильность частоты, которая в основном зависит от стабильности катушек индуктивности и конденсаторов.

Питается генератор от любого источника питания напряжением 3—6 *в*.

Частота колебаний определяется индуктивностью катушки и емкостью конденсатора в цепи положительной обратной связи (переключатели $П_1$ и $П_2$). Для грубой установки частоты служит переключатель $П_1$, а для плавной — переключатель $П_2$.

Если переключатель $П_1$ находится в положении «x1», последовательно с конденсаторами подключается катушка L_1 и переключателем $П_2$ можно изменять частоту колебаний в пределах 100—450 *гц;* в положении «x5» переключателя $П_1$ подключается катушка L_2 и тем же положениям переключателя $П_2$ соответствуют в пять раз более высокие частоты, т. е. переключателем $П_2$ можно перекрыть диапазон частот от 500 до 2 500 *гц*.

В положении «x25» переключателя $П_1$ диапазон частот генератора составит 2 500—11 250 *гц*. Частоты колебаний генератора при различных положениях переключателей $П_1$ и $П_2$ приведены ниже в таблице.

$П_1$ \ $П_2$	100	120	140	170	200	230	260	300	350	400	450
×1	100	120	140	170	200	230	260	300	350	400	450
×5	500	600	700	850	1 000	1 150	1 300	1 500	1 750	2 000	2 250
×25	2 500	3 000	3 500	4 250	5 000	5 750	6 500	7 500	8 750	10 000	11 250

Чтобы получить низкоомный выход, напряжение с катушек L_1—L_3 через сопротивления R_5, R_7 и разделительный конденсатор C_{13} подается на базу транзистора T_3, на котором собран эмиттерный повторитель. Начальное смещение на базу транзистора T_3 подается с делителя напряжения R_8, R_9. Сопротивление R_7 служит для уменьшения влияния входного сопротивления эмиттерного повторителя на колебательный контур при верхнем положении движка потенциометра R_5. Последний служит для регулировки выходного напряжения.

Следует учесть, что выходное напряжение на разных частотах различно, так как добротность колебательного контура на разных частотах неодинакова.

Добротность контурных катушек L_1—L_3 должна быть не менее 5. Для получения достаточно высокой добротности их необходимо наматывать проводом диаметром 0,15—0,2 *мм* на тороидальных или горшкообразных сердечниках из ферромагнитного материала. Если требуется повышенная стабильность частоты, рекомендуется использовать сердечник из материала с небольшой магнитной проницаемостью (порядка 30—60); лучше всего использовать оксифер. Если магнитная проницаемость материала, имеющегося в распоряжении радиолюбителя, неизвестна, то необходимое число витков нужно подобрать экспериментально.

Индуктивность катушки L_1 — 10,15 *гн*, катушки L_2 — 0,406 *гн*, катушки L_3 — 0,0811 *гн*.

При использовании сердечников с малой магнитной проницаемостью катушка L_1 получается громоздкой, с большим числом витков. Можно уменьшить число витков и габариты катушки, если намотать ее на пермаллоевом сердечнике. Однако при этом температурная стабильность частоты на этом поддиапазоне снизится в несколько раз.

Конденсаторы C_2—C_{12} могут быть любого типа (КСО, СГМ, МПГ, ПО и др.) с достаточно высокой температурной стабильностью.

Для точного подбора индуктивностей и емкостей удобно пользоваться мостом переменного тока. Индуктивность катушек подбирают, отматывая витки (если катушка намотана на тороидальных сердечниках) или перемещая сердечник. Чтобы облегчить работу, параллельно конденсаторам постоянной емкости можно подключить добавочные конденсаторы небольшой емкости.

Генератор прямоугольных колебаний

Изготовление генераторов синусоидальных колебаний с плавной регулировкой частоты из-за сложности не всегда доступно начинающему радиолюбите-

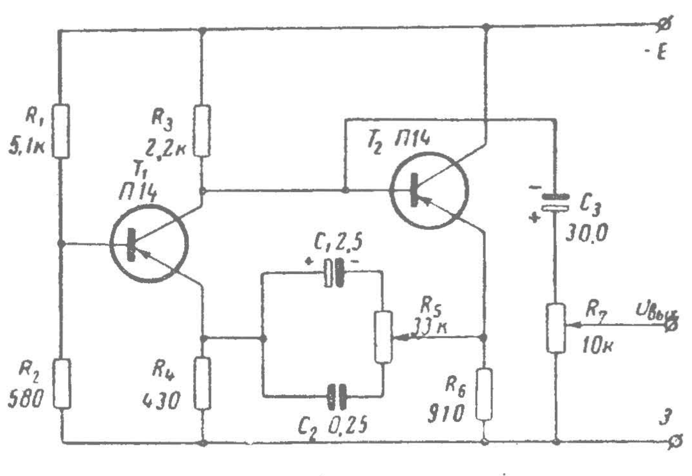


Рис. 3

лю. Однако в ряде случаев радиолюбителя может удовлетворить генератор прямоугольных колебаний, изготовить и наладить который значительно проще. Такие генераторы могут быть использованы для проверки полосы пропускания усилителей низкой частоты, линейности разверток телевизоров, осциллографов и др.

На рис. 3 приведена схема генератора прямоугольных колебаний с плавной регулировкой частоты в диапазоне 200 *гц*—2 *кгц*.

Скважность импульсов (т. е. отношение длительности периода колебаний к длительности импульса) выбрана равной 2 (длительность импульса равна длительности паузы) и при регулировке частоты в указанном диапазоне меняется не более чем на ±5%.

Генератор может питаться от любого источника напряжением 2,5—7 *в*. При напряжении питания 4,5 *в* потребляемый ток 3 *ма*, а максимальное выходное напряжение равно 1,7 *в* на сопротивлении нагрузки 100 *ком*.

В дополнение к плавной регулировке частоты можно ввести ступенчатую (изменение емкостей конденсаторов C_1 и C_2 переключателем диапазонов). В этом случае можно перекрыть диапазон частот от нескольких герц до 50—100 *кгц*.

Скважность импульсов может быть выбрана в пределах от 1,5 до 2,5 изменением режима транзистора T_1.

Если в генераторе по схеме рис. 3 цепь $C_1C_2R_5$ заменить конденсатором C, то получится универсальный генератор, вход и выход усилителя которого соединены между собой конденсатором. При включении напряжения питания через транзистор T_2 пройдет некоторый импульс тока, который создаст падение напряжения на сопротивлении R_4 в цепи эмиттера. Так как это напряжение приложено к эмиттеру транзистора T_1 в отрицательной полярности, то ток в цепи коллектора T_1 несколько уменьшится, а напряжение на его коллекторе несколько возрастет. Это вызовет увеличение тока через транзистор T_2 и соответственно увеличение отрицательного напряжения на транзисторе T_1. В результате лавинообразного процесса транзистор T_1 окажется пол-

ностью запертым, а транзистор T_2 полностью открытым.

Но так как ток заряда конденсатора C, а следовательно, и отрицательное напряжение на сопротивлении R_4 уменьшаются по экспоненте, то наступит момент, когда напряжение на эмиттере транзистора T_1 по отношению к его базе станет положительным и в цепи его коллектора возникнет небольшой ток. При этом падение напряжения на сопротивлении R_3 вызывает уменьшение напряжения на базе транзистора T_2, в результате чего сопротивление транзистора увеличивается. Соответственно уменьшается ток заряда конденсатора. Отрицательное напряжение на эмиттере транзистора T_1 еще более уменьшится, ток в цепи его коллектора еще более возрастет и т. п. Происходит лавинообразный процесс, в результате которого транзистор T_2 окажется полностью запертым.

Так как конденсатор C заряжен почти до напряжения источника питания (полярность показана на рис. 3), а транзистор T_2 заперт, то отрицательно заряженная обкладка конденсатора через сопротивление R_6 оказывается соединенной с шасси, а положительно заряженная обкладка — с эмиттером транзистора T_1, ток в цепи коллектора T_1 достигает максимальной величины и транзистор находится в режиме насыщения, т. е. напряжение на его коллекторе по отношению к эмиттеру близко к нулю.

В этом положении конденсатор C будет разряжаться через сопротивление R_6 и параллельно соединенные сопротивления R_4 и переход эмиттер—база транзистора T_1. Когда конденсатор разрядится до такого напряжения, что транзистор T_1 выйдет из режима насыщения, ток через T_1 уменьшится и напряжение на его коллекторе возрастет. Это вызовет лавинообразный процесс отпирания транзистора T_2 и запирания транзистора T_1, после чего весь цикл повторяется.

Время заряда и соответственно время, в течение которого транзистор T_2 открыт, определяется емкостью конденсатора C и величиной внутреннего сопротивления открытого транзистора T_2, сопротивления R_4 и внутреннего сопротивления источника питания.

Время разряда конденсатора (время, в течение которого транзистор T_2 закрыт) определяется его емкостью, величинами сопротивлений R_4 и R_6, а также величиной сопротивления перехода эмиттер—база транзистора T_1.

Если время заряда равно времени разряда, получаются импульсы, длительность которых равна паузе, т. е. скважность равна 2.

Изменением величины входного сопротивления транзистора T_1 (в результате изменения его режима) или величины сопротивления R_6, которое определяет время разряда конденсатора, можно изменять скважность в довольно широких пределах.

Форма напряжения на эмиттерах транзисторов близка к пилообразной со спадом по экспоненте. Однако вследствие того что транзистор T_1 работает как ключ, напряжение на его коллекторе имеет прямоугольную форму с весьма большой крутизной склонов.

Частоту колебаний (без изменения скважности) можно варьировать в широких пределах изменением емкости конденсатора C, однако для плавной регулировки частоты этот метод непригоден.

В генераторе (см. рис. 3) элементами, задающими частоту колебаний, являются конденсаторы C_1 и C_2, связанные между собой сопротивлением R_5. Сопротивление R_5 служит для плавной регулировки частоты. В крайнем верхнем по схеме положении движка этого сопротивления частота колебаний определяется, в основном, конденсатором C_1, в крайнем нижнем — конденсатором C_2. Промежуточные положения сопротивления соответствуют промежуточным значениям частот.

Таким способом при помощи сопротивления R_5 частоту колебаний генератора можно изменять в широких пределах. Так, например, можно получить перекрытие по частоте в 20—30 раз. В данном случае перекрытие по частоте выбрано равным 10.

Так как, меняя сопротивление R_5, одновременно можно управлять временем заряда и разряда конденсаторов, то при регулировке частоты скважность импульсов изменяется незначительно.

Следует учесть, что регулировка частоты подоб-

ным способом будет надежной только в том случае, если усилитель имеет достаточно большой запас усиления, способный компенсировать уменьшение коэффициента передачи цепи обратной связи в средних (по схеме) положениях движка сопротивления R_5. В противном случае может измениться форма импульсов по диапазону и даже может произойти срыв колебаний в некоторых участках регулировки.

Напряжение прямоугольной формы можно снимать только с коллектора транзистора T_1, напряжение пилообразной формы — с эмиттера транзистора T_2.

Частота колебаний и выходное напряжение изменяются при изменении сопротивления нагрузки, особенно если его величина одного порядка с величиной сопротивления R_3. Изменение частоты происходит из-за того, что при изменении нагрузки изменяется порог насыщения транзистора T_1. Чтобы исключить такое изменение, сопротивление нагрузки должно быть не менее 50 *ком*. Это значит, что генератор пригоден в основном для работы с ламповыми каскадами.

Чтобы устранить влияние низкоомной нагрузки на частоту генератора, можно использовать эмиттерный повторитель, однако для этого требуется еще один транзистор.

От этого недостатка свободен генератор, собранный по схеме рис. 4.

Как известно, эмиттерный повторитель обладает низким выходным сопротивлением, и при активной нагрузке форма напряжения на его выходе такая же, как на входе. Каскад на транзисторе T_2 (рис. 3) в момент, когда транзистор открыт, является эмиттерным повторителем. Когда транзистор T_2 закрыт, напряжение на его эмиттере должно быть равно нулю, однако в это время параллельно нагрузке эмиттерного повторителя оказывается подключенным конденсатор C, поэтому и форма напряжеиия на выходе эмиттерного повторителя получается близкой к пилообразной.

Чтобы устранить это явление, цепь разряда конденсатора необходимо изолировать от эмиттерного повторителя, как показано на рис. 4.

В этом случае конденсатор заряжается через диод $Д_1$. Как только транзистор T_2 запрется, полярность напряжения на конденсаторе окажется противоположной полярности включения диода и ток разряда не сможет пройти через сопротивление R_7. Разряжается конденсатор через сопротивление R_6. Изменяя величину этого сопротивления, можно регулировать скважность импульсов в широких пределах.

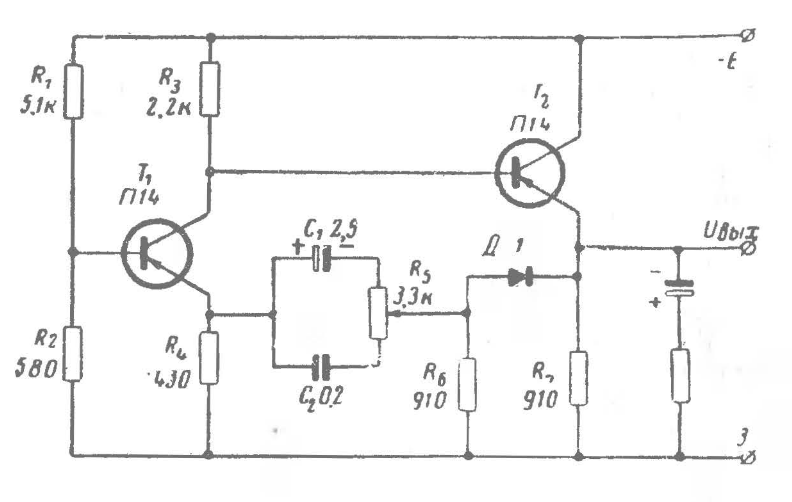


Рис. 4

Форма напряжения на эмиттере транзистора T_2 дублирует форму напряжения на его базе, т. е. является прямоугольной.

Выходное сопротивление эмиттерного повторителя мало, поэтому на его выходе можно включать низкоомную нагрузку. Частота колебаний генератора почти не зависит от сопротивления нагрузки, так как цепь разряда конденсатора полностью изолирована от нагрузки. В момент заряда конденсатора нагрузка оказывает чрезвычайно малое влияние ввиду низкого выходного сопротивления эмиттерного повторителя. Амплитуда выходного напряжения также довольно стабильна; так, при нагрузке 1 *ком* его величина уменьшается на 10%.

В остальном генератор по схеме рис. 4 аналогичен генератору по схеме рис. 3.

Сигнал-генератор

Универсальный генератор можно превратить в сигнал-генератор. Для этого достаточно вход и выход усилителя соединить цепью, состоящей из последовательно соединенных емкости и индуктивности. Колебания возникнут на частоте, при которой сопротивление последовательного контура минимальное, а фазовый сдвиг равен нулю, т. е. на резонансной частоте контура.

Получить напряжение высоких частот от сигнал-генератора трудно, так как вход усилителя (транзистор T_1) имеет большую емкость (несколько сотен или даже тысяч пикофарад), которая на высоких частотах вызывает паразитные фазовые сдвиги и шунтирует вход усилителя.

Выходное напряжение может достигать значительной величины и в несколько раз превышать напряжение источника питания.

Так как выходное напряжение зависит от добротности контура, а добротность с изменением частоты изменяется, то меняется и выходное напряжение.

На рис. 5 приведена усовершенствованная схема сигнал-генератора, работающего в диапазоне частот 100 *кгц* — 10 *Мгц*.

В этой схеме для стабилизации амплитуды колебаний используется шунтирующий диод $Д_1$, который подключается параллельно контуру. В качестве источника опорного напряжения для диода используется батарея питания.

Если амплитуда напряжения на контуре в отрицательном полупериоде превысит напряжение батареи питания, диод $Д_1$ начнет проводить ток и ограничивает напряжение отрицательного полупериода, срезая верхнюю часть и внося тем самым дополнительные потери в контур. К следующему полупериоду напряжение на контуре успевает вырасти незначительно, поэтому в конечном итоге срезается только небольшая часть синусоиды.

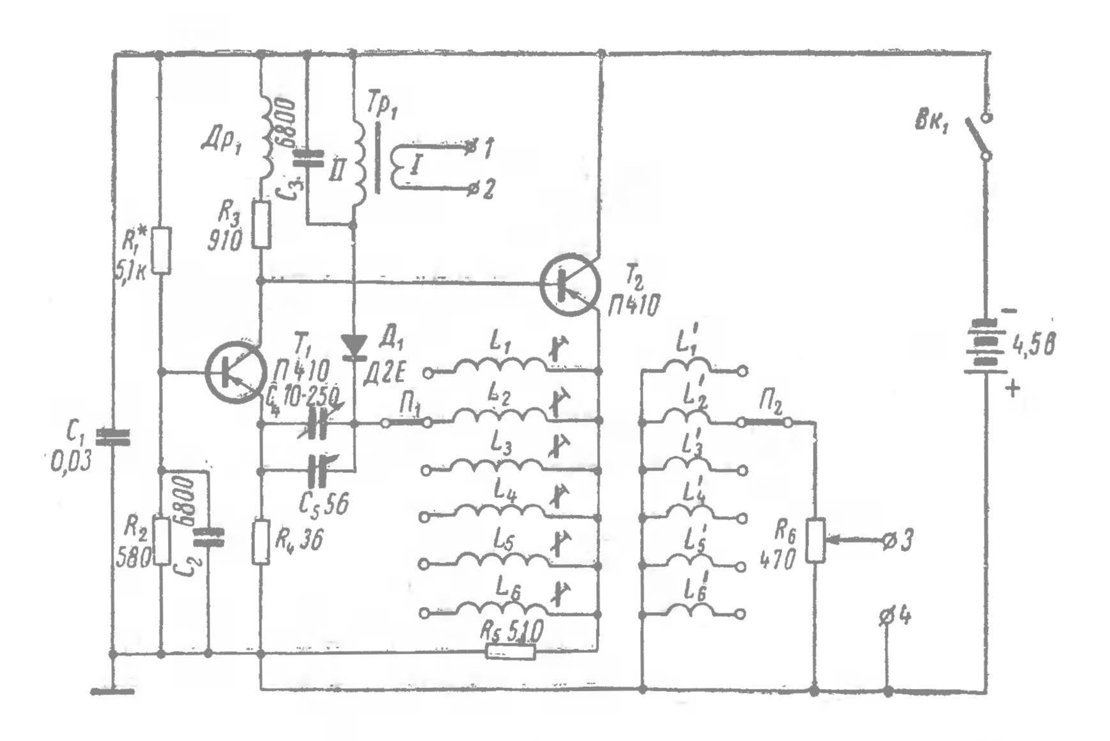

Тр1
Др1
6800
С3
II
I
1
2
Вк1
R1*
5,1к
R3
910
Т2
П410
4,5в
Т1
П410
Д1
Д2Е
С4 10-250
П1
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L1'
L2'
L3'
L4'
L5'
L6'
П2
С1
0,03
С5 56
R2
580
6800
С2
R4 36
R6
470
3
4
R5 510

Рис. 5

Коэффициент нелинейных искажений напряжения на контуре при такой стабилизации амплитуды сравнительно невелик — не более 5%, а стабильность амплитуды достаточно высока (изменение выходного напряжения не превышает ±10%). Если напряжение питания поддерживать постоянным, то выходное напряжение генератора можно достаточно точно установить и без контрольного измерительного прибора, проградуировав предварительно сопротивление R_6.

При помощи шунтирующего диода очень удобно модулировать колебания. Для этого достаточно изменять опорное напряжение в такт с модулирующей частотой. С этой целью последовательно с шунтирующим диодом $Д_1$ включена вторичная обмотка трансформатора $Тр_1$, а на его первичную обмотку подается напряжение модулирующей частоты. От амплитуды изменения опорного напряжения, а следовательно, модулирующей частоты зависит глубина модуляции.

Достоинством такого метода модуляции является малая величина паразитной частотной модуляции, что обусловлено малой начальной емкостью диода $Д_1$ (около 1 *пф*).

Конденсатор C_3 — шунтирующий по высокой частоте.

Таким образом, амплитуда выходного напряжения стабилизируется в результате стабилизации добротности колебательного контура, а модуляция достигается изменением его добротности в такт с модулирующей частотой.

Следует учесть, что в данном случае глубина модуляции изменяется при изменении напряжения питающей батареи и при изменении напряжения модулирующей частоты. Поэтому модулятор и высокочастотный генератор необходимо питать от общего источника питания. В этом случае изменение начального порога ограничения и изменение амплитуды модулирующих колебаний взаимно компенсируют друг друга и глубина модуляции изменяется незначительно.

Форма огибающей модулированного напряжения соответствует форме напряжения модулирующей частоты только в том случае, если амплитуда напряжения на колебательном контуре при отключении шун-

тирующего диода превышает напряжение источника питания не менее чем в два раза.

Чтобы получить генератор с низкоомным выходом, выходное напряжение снимают с катушек связи L'_1—L'_6. Выходное напряжение плавно регулируется с помощью сопротивления R_6.

Трансформатор $Тр_1$ намотан на пермаллоевом сердечнике Ш-3, толщина набора 6 *мм*. Обмотка *I* состоит из 500 витков, обмотка *II* из 2 000 витков провода ПЭЛ 0,06. При таких данных трансформатора для получения 30% глубины модуляции модулирующее напряжение, снимаемое с выхода звукового генератора, должно быть около 0,8 *в*.

Дроссель $Др_1$ служит для расширения частотного диапазона усилителя напряжения на транзисторе T_1. Он состоит из 25 витков провода ПЭЛ 0,1, намотанных рядовой намоткой на сопротивлении МЛТ 0,5 *вт*.

Контурные катушки L_1—L_6 могут быть любого типа. Их добротность должна быть не менее 50. Число витков катушек связи L'_1—L'_6 в 30 раз меньше, чем у соответствующих им контурных катушек.

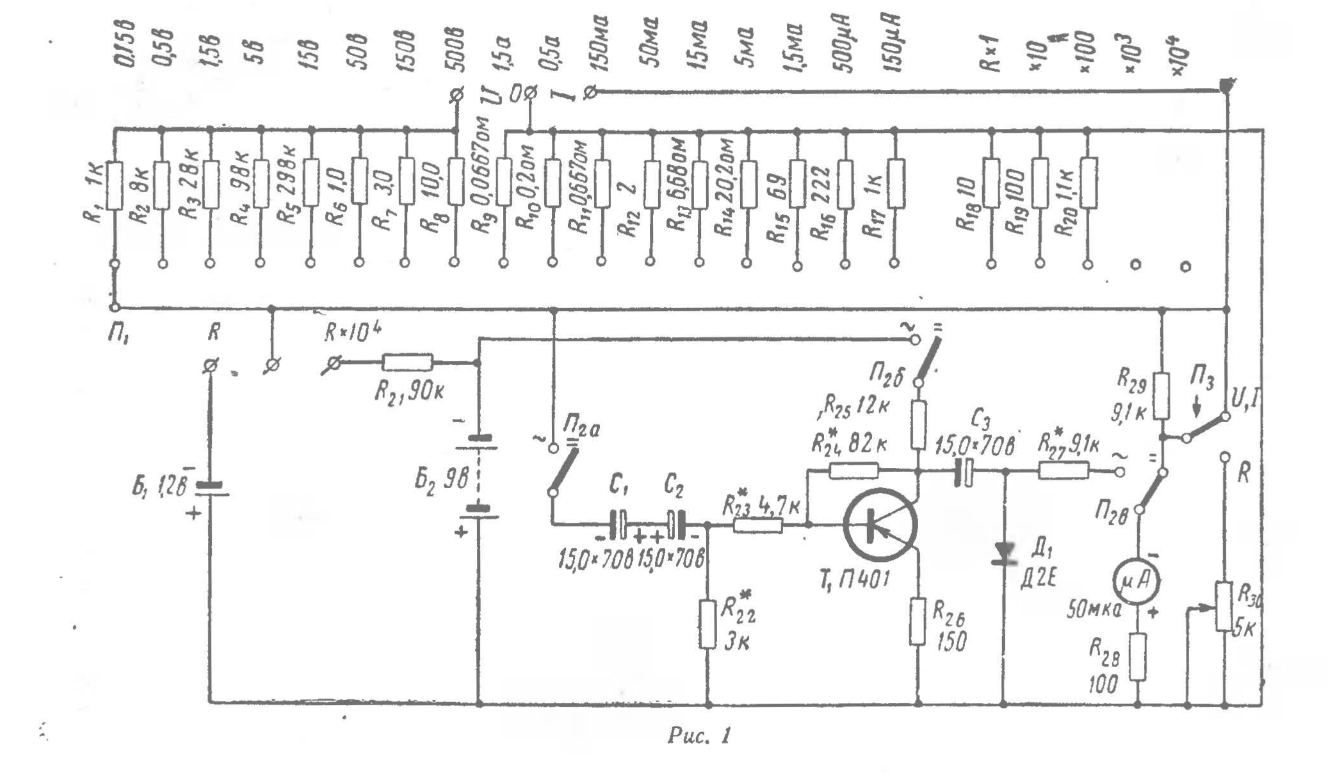
МАЛОГАБАРИТНЫЙ ТЕСТЕР

(Разработка лаборатории ЦРК ДОСААФ)

М. Балашов

Тестер, схема которого приведена на рис. 1, представляет собой малогабаритный прибор. По сравнению с аналогичными промышленными приборами он имеет более широкие пределы измерения при меньшем количестве эталонных сопротивлений. На всех пределах измерения используются только две общие шкалы — «15» и «5».

Тестер позволяет измерять постоянные и переменные напряжения от 15 *мв* до 500 *в* (пределы измерения: 0,15 *в*, 0,5 *в*, 1,5 *в*, 5 *в*, 15 *в*, 50 *в*, 150 *в* и 500 *в*); постоянный и переменный ток от 5 *мка* до 1,5 *а* (пределы измерения: 50 *мка*, 150 *мка*, 500 *мка*, 1,5 *ма*, 5 *ма*, 15 *ма*, 50 *ма*, 150 *ма*, 500 *ма*, 1,5 *а*);


0,15в
0,5в
1,5в
5в
15в
50в
150в
500в
1,5а
0,5а
150ма
50ма
15ма
5ма
1,5ма
500μA
150μA
R×1
×10
×100
×10³
×10⁴
U
0
I
R1 1к
R2 8к
R3 28к
R4 98к
R5 298к
R6 1,0
R7 3,0
R8 10,0
R9 0,0667ом
R10 0,2ом
R11 0,667ом
R12 2
R13 6,68ом
R14 20,2ом
R15 69
R16 222
R17 1к
R18 10
R19 100
R20 1,1к
П1
R
R×10⁴
R21 90к
Б1 1,2в
Б2 9в
П2а
C1
C2
15,0×70в 15,0×70в
R*22 3к
R*23 4,7к
R*24 82к
R25 12к
П2б
T1 П401
R26 150
C3 15,0×70в
Д1 Д2Е
R*27 9,1к
R29 9,1к
П3
U,I
П2в
μA
50мка
R28 100
R30 5к
Рис. 1

величины сопротивлений от 0,2 *ом* до 2 *Мом* (пределы измерения: 10 *ом,* 100 *ом,* 1 *ком,* 10 *ком* и 100 *ком*). Он имеет пять шкал, но в случае необходимости можно обойтись даже тремя (см. рис. 2). Входное сопротивление при измерении как постоянного, так и переменного напряжения равно 20 *ком/в.* Максимальное падение напряжения на внутреннем сопротивлении прибора при измерении постоянного и переменного тока не превышает 100 *мв.*

Частотный диапазон тестера при измерении переменного напряжения от 8 *гц* до 1 *кгц* на пределах 150 и 500 *в* и 8 *гц*—10 *кгц* на остальных пределах. Частотный диапазон прибора при измерении переменного тока 8 *гц* — 50 *кгц.* Габариты тестера 125×73×45 *мм,* вес около 400 *г.*

Чтобы каждому эталонному добавочному сопротивлению соответствовал один и тот же предел измерения постоянного и переменного напряжения, необходимо, чтобы чувствительность индикатора была в обоих случаях одинаковой. Все диодные детекторы неизбежно снижают чувствительность прибора. Например, широко распространенный однополупериодный детектор снижает чувствительность индикатора более чем в два раза, а мостовой детектор — на несколько процентов.

Очевидно, что для получения одинаковой чувствительности индикатора при измерении как постоянного, так и переменного напряжения в последнем случае необходимо использовать добавочный усилитель переменного тока с небольшим коэффициентом усиления.

Во всех широкодиапазонных амперметрах для измерения силы тока используется метод вольтметра, т. е. фактически измеряется падение напряжения на эталонном сопротивлении.

Для уменьшения погрешностей измерения необходимо, чтобы падение напряжения на внутреннем сопротивлении амперметра было возможно меньшим. Для большинства технических измерений допустимо падение напряжения на приборе не более 0,1—0,3 *в.* Чувствительность широко распространенных измерительных приборов магнитоэлектрической системы ле-

жит в пределах от 10 до 200 *мв*, так что изготовление высококачественного амперметра постоянного тока не представляет особой трудности. Однако изготовление амперметров переменного тока с использованием диодного детектирования затруднено из-за большого (около 1 *в*) падения напряжения на внутреннем сопротивлении диодов.

В этом случае приходится пользоваться усилителем напряжения. Таким образом, для вольтметра переменного напряжения требуется усиление по току, а для амперметра переменного тока — по напряжению. Для этой цели служит каскад усиления, выполненный по схеме с общим эмиттером.

Работа с прибором. При измерении постоянного тока и напряжения, а также величин сопротивлений переключатель $П_2$ устанавливают в положение «=». Переключатель $П_3$ при измерении тока и напряжения замыкает сопротивление R_{29} и измерительный прибор (индикатор) оказывается подключенным непосредственно к переключателю $П_1$.

Измеряемое напряжение подается на гнезда «О» и «*и*». При этом последовательно с индикатором и сопротивлением R_{28} через контакты переключателя $П_1$ в измеряемую цепь включается одно из эталонных добавочных сопротивлений R_1—R_8, соответствующее данному пределу измерения.

Если же переключатель $П_1$ будет по какой-либо причине установлен в положение измерения тока или сопротнвлений, цепь вольтметра оказывается разомкнутой. Это очень удобно, так как уменьшает возможность порчи прибора от случайных ошибок включения.

При измерении силы тока используются гнезда «О» и «*I*» прибора. В измеряемую цепь последовательно включаются индикатор и сопротивление R_{28}, а параллельно им в зависимости от предела измерения подключается одно из эталонных шунтирующих сопротивлений R_9—R_{17}. Таким образом, сила тока на всех пределах (кроме «50 мка») измеряется методом определения напряжения на известном эталонном сопротивлении при помощи милливольтметра, образованного индикатором и добавочным сопротивлением

R_{28}. Сопротивление индикатора вместе с R_{28} составляет 2 *ком,* при этом его чувствительность по напряжению становится равной 100 *мв.*

При измерении сопротивлений используются три гнезда: «Ц», «R» и «R×10⁴». Переключатель $П_3$ устроен так, что при вставлении штырька щупа в гнездо «Ц» он автоматически переключается в положение «Ω». При этом последовательно с индикатором включается сопротивление R_{29}, а параллельно индикатору — сопротивление установки нуля омметра R_{30}.

При установке нуля гнезда «Ц» и «R» или «Ц» и «R×10⁴» замкнуты.

Если к гнездам «Ц» и «R» подключить измеряемое сопротивление, то падение напряжения на эталонном сопротивлении уменьшится, что и будет зафиксировано индикатором. Если величина измеряемого сопротивления равна величине эталонного, то напряжение на последнем уменьшится в два раза и стрелка измерительного прибора отклонится к середине шкалы. При измерении больших сопротивлений используются гнезда «Ц» и «R×10⁴». В этом случае последовательно с измерительным прибором включаются батарея $Б_2$ и эталонные сопротивления R_{21} и R_{29}.

Потребление тока от батареи $Б_1$ при измерении малых сопротивлений несколько выше (максимальный ток 130 *ма*), чем в других омметрах, зато диапазон измерения малых сопротивлений шире, а число эталонных сопротивлений меньше.

При измерении переменного напряжения и тока переключатель $П_2$ переводят в положение «∼». При этом к усилителю подключаются источник питания, батарея $Б_2$, и на его вход подается напряжение с переключателя $П_1$.

Усилитель мощности переменного тока собран по схеме с общим эмиттером на транзисторе T_1. Чтобы уменьшить зависимость коэффициента усиления от изменения напряжения источника питания, на базу транзистора с его коллектора через сопротивление R_{24} подается напряжение отрицательной обратной связи. Изменением величины этого сопротивления при регулировке усилителя выбирается положение рабочей точки транзистора.

Отрицательная обратная связь по току до некоторой степени способствует повышению температурной стабильности.

Входное сопротивление усилителя определяется сопротивлением R_{22}, величина которого подбирается при налаживании.

Чтобы постоянная составляющая измеряемого напряжения не влияла на показания индикатора, оно подается на вход усилителя через конденсаторы C_1 и C_2. Применение двух конденсаторов вызвано тем, что постоянная составляющая может иметь как положительную, так и отрицательную полярность.

В качестве детектора применен диод $Д_1$ типа Д2Е. Добавочное сопротивление R_{27} служит для калибровки чувствительности прибора при его налаживании.

Детали и конструкция. В приборе рекомендуется использовать малогабаритные детали. Например, конденсаторы можно взять ЭТО-1, сопротивления R_{22}—R_{29} — УЛМ, МЛТ-0,25 или МЛТ-0,5, эталонные сопротивления R_1—R_6, R_{17}, R_{19}, R_{20} и R_{21} — УЛМ, сопротивления R_7 и R_8 — МЛТ-0,5 или МЛТ-1. Сопротивления R_9—R_{16} и R_{18} проволочные, намотаны константановым или манганиновым проводом ПЭЛШО на высокоомных (свыше 100 *ком*) сопротивлениях УЛМ или МЛТ-0,5 (R_9, R_{10}, R_{18}), к выводам которых припаивают концы провода; намотка безындукционная. Для сопротивления R_9 использован провод диаметром 0,7 *мм*, для сопротивления R_{10} — провод диаметром 0,25 *мм* (в три провода), для сопротивления R_{11} — провод диаметром 0,25 *мм* (в два провода), для R_{12} — провод диаметром 0,1 *мм* (в три провода), для R_{13}, R_{14}, R_{15} и R_{18} — провод диаметром 0,1 *мм*, для R_{16} — провод диаметром 0,05 *мм*. Все эталонные сопротивления должны быть подобраны с точностью не хуже 1% номинальной величины.

Сопротивление установки нуля омметра R_{30} типа СПО 0,5 *вт*. Индикатором служит прибор М-592 с сопротивлением рамки не более 2 000 *ом*. Можно использовать и более высокоомные приборы, однако для этого потребуется пересчитать величины добавочных и шунтирующих сопротивлений. При этом

для расчета величин добавочных сопротивлений можно пользоваться формулой:

$$R_{\partial} = \frac{U_N}{I_0} - R_0.$$

Для расчета величин шунтирующих сопротивлений амперметра используется формула:

$$R_{ш} = \frac{I_0 R_0}{I - I_0}.$$

В этих формулах R_{∂} — величина сопротивления вольтметра, соответствующая данному пределу измерения U_N; J_0 — чувствительность измерительного прибора по току ($50 \cdot 10^{-6}$ *а*); R_0 — внутреннее сопротивление прибора; $R_{ш}$ — сопротивление шунта соответствующего предела измерения тока I. Величины сопротивлений — в омах, напряжение — в вольтах, ток — в амперах.

Если сопротивление рамки прибора значительно выше 2 *ком*, нужно соответственно уменьшить величину сопротивления R_{29} и подобрать величины сопротивлений R_{22}, R_{23}, чтобы уравнять входное сопротивление усилителя переменного тока и прибора.

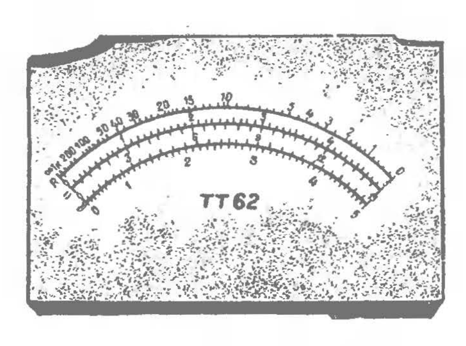


Рис. 2

Шкалу тестера (рис. 2) следует сфотографировать на тонкую фотобумагу и наклеить ее на шкалу стрелочного прибора клеем БФ-2.

В качестве переключателя $П_1$ можно использовать переключатель от телефонной коммутационной ап-

паратуры или изготовить его самостоятельно. Контакты надо изготовить из латуни; рекомендуется их посеребрить. Ползунок можно сделать из гартованной латуни или фосфористой бронзы. Материалом для платы переключателя может служить органическое стекло или бакелизированный гетинакс. Переключатель можно собрать непосредственно на монтажной плате тестера.

Переключатель $П_2$ изготовлен на базе контактной группы от реле. В нем имеется гетинаксовый рычаг в виде сектора с закругленными краями. Рычаг при помощи двух гаек М3 закреплен на оси диаметром 3 *мм*, которая выведена на переднюю панель. При повороте оси сектор входит в зазор между контактами, замыкая соответствующие из них.

Переключатель $П_3$ также выполнен на базе трехконтактной группы от реле. Он укреплен под передней панелью недалеко от гнезда «Ц» омметра. Переключение его контактов происходит автоматически при вставлении штырька щупа в гнездо «Ц». Для этого сбоку в гнезде просверлено отверстие диаметром 3 *мм;* внутрь гнезда через это отверстие введен стержень с полукруглыми краями, изготовленный из изоляционного материала. Второй конец этого стержня прикреплен к центральному контакту переключателя. Когда штырек вставлен в гнездо «Ц», он давит на стержень, вследствие чего последний перемещается в сторону и переключает контакты.

Транзистор T_1 может быть типа П13—П15, однако лучшая стабильность работы и более широкий частотный диапазон достигается при использовании транзисторов П401—П403. В данном случае применен транзистор П401 с коэффициентом усиления по току 25 и начальным током коллектора 20 *мка.*

Ток, потребляемый усилителем от батареи $Б_2$, не превышает 500 *мка,* а омметром — 50 *мка.* Поэтому одной батареи «Крона» хватает на 400 часов непрерывной работы прибора.

В качестве батареи $Б_1$ используется один элемент окиснортутной батареи ОР-4 емкостью 4 *а-ч.* Ее можно заменить элементом ФБС, однако последний имеет емкость, в 16 раз меньшую, и занимает больший объем.

Передняя панель тестера изготовлена из бакелизированного гетинакса толщиной 4 *мм*. На нее выведены ручки переключателей $П_1$ и $П_2$ и сопротивления R_{30}.

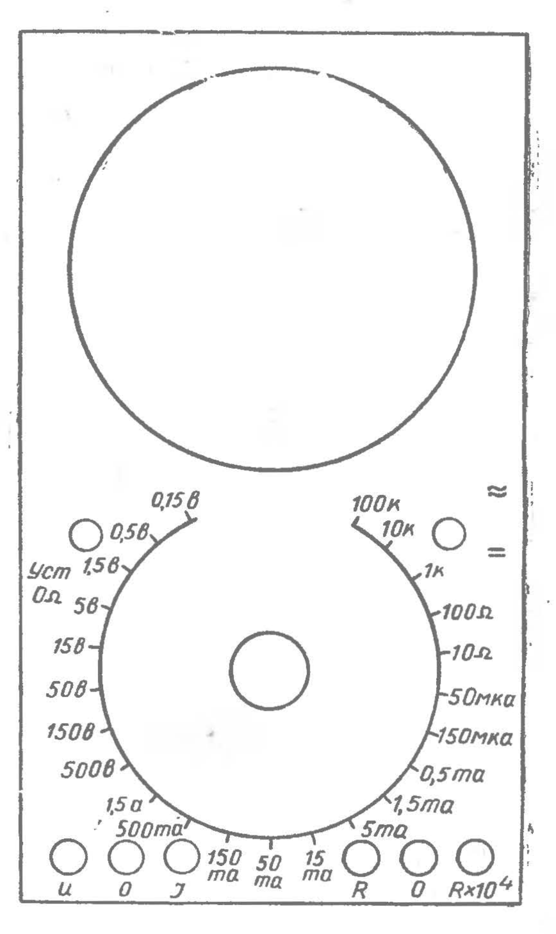


Рис. 3

Клеем БФ-2 на переднюю панель наклеивают фальшпанель, выполненную на тонкой фотобумаге (рис. 3).

К задней, монтажной плате, также изготовленной из бакелизированного гетинакса, но толщиной 2 *мм*, прикрепляют все остальные детали (рис. 4). Для крепления сопротивлений в плате просверливают от-

Рис. 4

верстия и в них впрессовывают штырьки из луженой медной проволоки диаметром 1 *мм*. Вторым концом сопротивления припаивают непосредственно к кон-

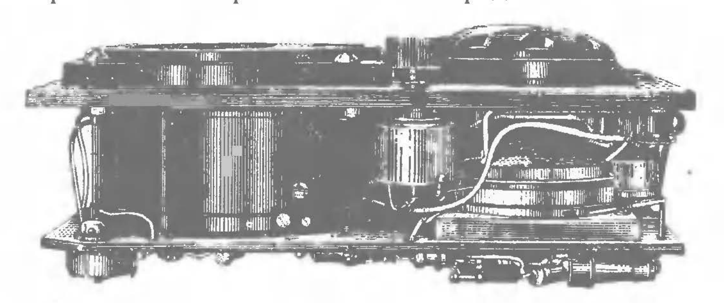


Рис. 5

тактам переключателя. Транзистор размещен на небольшой плате из органического стекла толщиной

4 *мм* с гнездом. Эта плата, в свою очередь, прикреплена к основной плате двумя винтами. Батареи питания расположены на внутренней стороне монтажной панели. Для крепления батареи ОР-4 (рис. 5) необходимо изготовить гнездо из органического стекла толщиной 5 *мм*. Вид тестера сбоку, со стороны переключателя $П_2$, приведен на рис. 6.

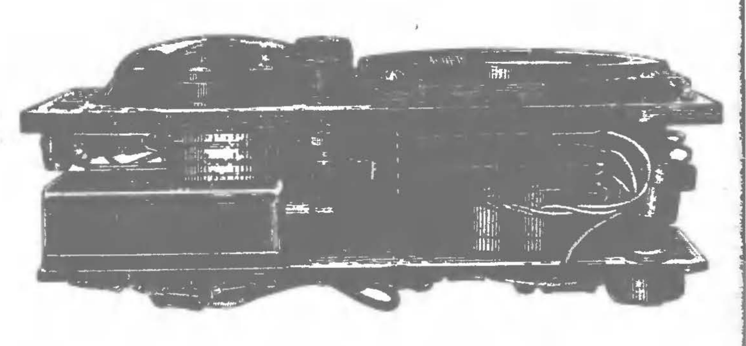


Рис. 6

Футляр для тестера лучше всего изготовить из латуни или дюралюминия толщиной 1 *мм*. Использование различных пластмасс нежелательно, так как некоторые пластмассы электризуются от трения, что влияет на показания прибора. Применение же магнитных материалов (например, стали) для изготовления футляра недопустимо.

Налаживание прибора. Налаживание тестера заключается в проверке правильности монтажа и регулировке усилителя мощности переменного тока. При регулировке усилителя переключатель $П_2$ следует поставить в положение «$\simeq$» и подбором величины сопротивления R_{24} установить напряжение 3,5 *в* на коллекторе транзистора.

Величину этого напряжения измеряют прибором, внутреннее сопротивление которого не менее 100 *ком*. Для контроля можно использовать и стрелочный прибор тестера. При этом его отрицательный полюс следует отпаять от переключателя $П_{2в}$ и соединить с ползунком переключателя $П_1$. При использовании

гнезд «О» и «*и*» он превращается в вольтметр постоянного тока.

Изменяя величину сопротивления R_{23}, можно приблизительно подобрать чувствительность усилителя по напряжению. Для этого переключатель $П_1$ устанавливают в положение измерения напряжения, а к точкам «$-C_1$» и «$+Б_2$» подключают звуковой генератор с низкоомным выходом (например, ЗГ-2А). Подбирая величину сопротивления R_{23}, добиваются того, чтобы чувствительность усилителя стала равной 100 *мв*. Если стрелочный прибор имеет внутреннее сопротивление более 2 *ком*, то чувствительность усилителя устанавливается равной чувствительности прибора по напряжению. Сопротивление R_{28} при этом из схемы исключается.

Далее выходное напряжение звукового генератора устанавливают таким, чтобы стрелка индикатора тестера отклонилась на всю шкалу. Затем последовательно с выходом звукового генератора включают эталонное сопротивление 2 *ком* (равное сопротивлению прибора), а выходное напряжение звукового генератора увеличивают ровно в два раза. Подбором величины сопротивления R_{22} добиваются прежнего показания индикатора. В этом случае входное сопротивление усилителя будет равно сопротивлению, включенному последовательно со звуковым генератором.

После этого звуковой генератор отключают и измеряют напряжение на коллекторе транзистора T_1. Если напряжение изменилось более чем на 20%, необходимо снова подобрать величины сопротивлений R_{24}, R_{23} и R_{22}.

По окончании регулировки окончательно подгоняют чувствительность, изменяя величину сопротивления R_{27} в небольших пределах (±20% от номинального значения).

Весь приведенный процесс налаживания ведется на частоте 50 *гц*.

Отрегулировав усилитель, приступают к градуировке шкалы прибора по переменному току.

В нерабочем состоянии переключатель $П_2$ должен нахсдиться в положении «=», при этом питание не расходуется.

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ КОРОТКОВОЛНОВЫЙ КОНВЕРТЕР

В. Кулаков, А. Рахтеенко

В настоящей статье помещено описание конструкции конвертера, позволяющего с помощью обычных радиоприемников принимать сигналы любительских коротковолновых радиостанций, работающих в диапазоне 10 *м* (28,0—29,7 *Мгц*), 14 *м* (21,00—21,45 *Мгц*), 20 *м* (14,0—14,55 *Мгц*) и 40 *м* (7,0—7,1 *Мгц*).

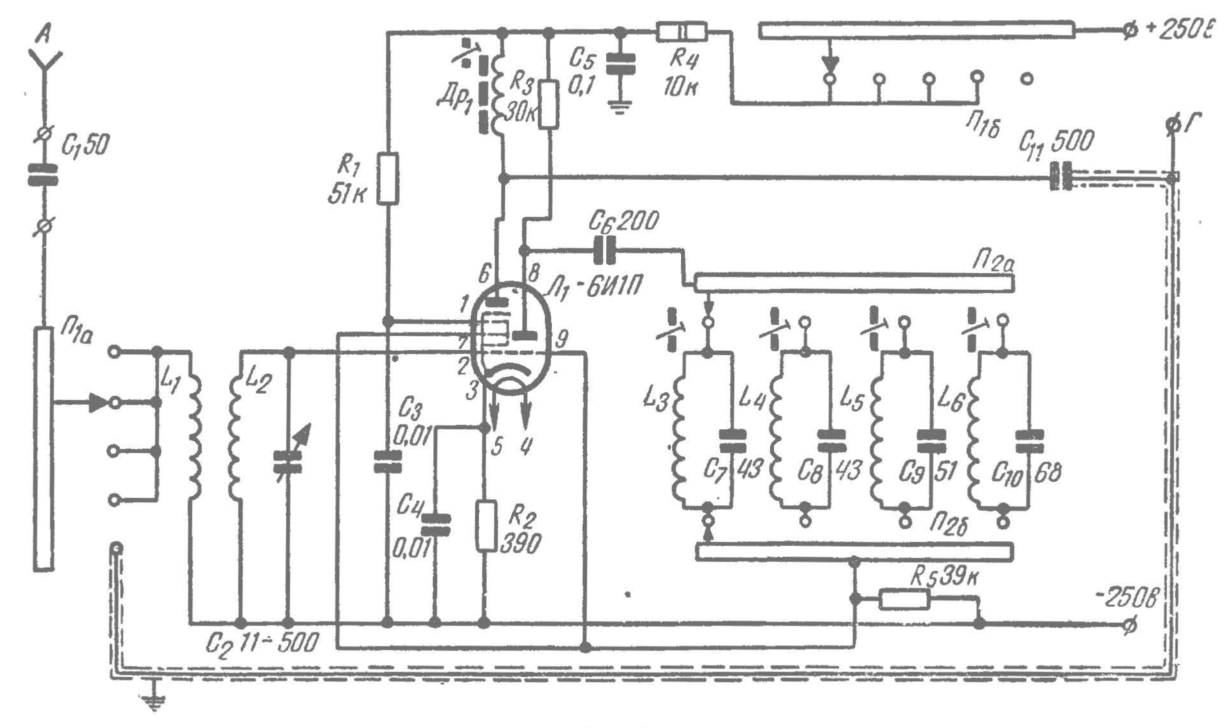
Принципиальная схема. Конвертер (рис. 1) выполнен на лампе типа 6И1П, причем на гептодной части этой лампы собран преобразователь частоты, а на триодной — гетеродин.

Несмотря на сравнительную простоту, конвертер имеет высокую избирательность, достаточно большой коэффициент усиления и позволяет принимать программы радиостанций в любом месте радиолюбительского КВ диапазона.

Как видно из схемы, принятый сигнал из антенны *А* через конденсатор C_1 подается на входной контур L_1, L_2, C_2. Так как гетеродин конвертера имеет фиксированную настройку на четыре частоты, а входной контур пропускает к преобразователю все принимаемые сигналы, на выходе конвертера возникают колебания с различными промежуточными частотами, соответствующими частотам приходящих радиосигналов.

Схема двойного преобразования частоты практически исключает необходимость иметь верньерный механизм настройки конвертера.

Выделение сигналов, преобразованных конвертером, производится при настройке приемника в средневолновом диапазоне. Средняя промежуточная частота конвертера равна 1,3 *Мгц*, что соответствует настройке приемника на частоту 1 300 *кгц* (230 *м*). Повышенная промежуточная частота увеличивает избирательность конвертера по зеркальному каналу, так как частоты зеркального канала будут лежать вне диапазона длинных и средних волн, и одновременно с этим позволяет значительно упростить схему входного контура. Входной контур L_1, L_2, C_2 при



A
C_1 50
R_1 51к
Др$_1$
R_3 30к
C_5 0,1
R_4 10к
+250в
П$_{1б}$
C_{11} 500
Г
C_6 200
Л$_1$ - 6И1П
П$_{2а}$
П$_{1а}$
L_1
L_2
C_3 0,01
C_4 0,01
R_2 390
L_3
L_4
L_5
L_6
C_7 43
C_8 43
C_9 51
C_{10} 68
П$_{2б}$
R_5 39к
-250в
C_2 11÷500

Рис. 1

изменении емкости конденсатора C_2 настраивается на среднюю частоту соответствующего диапазона. Это проще и удобнее, чем настраиваться на нужную станцию с помощью отдельного подстроечного конденсатора.

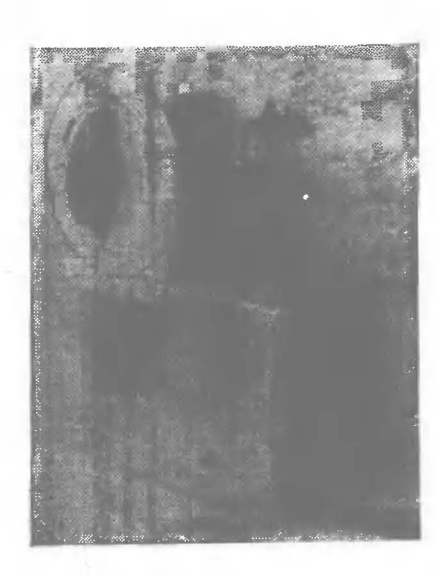


Рис. 2

При изменении диапазона настройки входного контура частота гетеродина меняется так, что диапазон промежуточных частот, на которые настраивается контур, в анодной цепи преобразователя во всех случаях остается постоянным.

В анодную цепь лампы **включен** дроссель $Др_1$, с которого преобразованные колебания через переходной конденсатор C_{11} подаются на вход приемника.

Питается конвертер от выпрямителя и накальной обмотки силового трансформатора приемника.

Конструкция и детали конвертера. Конвертер смонтирован на шасси из алюминия толщиной 1,5—2 *мм*, размером 60×110×80 *мм*. Гнездо для включения антенны размещено на боковой стенке шасси. Внешний вид конвертера приведен на рис. 2.

Обозначение по схеме	Диапазон, *м*	Количество витков	Марка и диаметр провода	Тип намотки
L_1	—	7	ПЭЛ 0,2	Рядовая
L_2	—	10	ПЭЛ 0,5	»
L_3	10	7	ПЭЛ 1,0	»
L_4	14	8	ПЭЛ 1,0	»
L_5	20	11	ПЭЛ 1,0	»
L_6	40	26	ПЭЛ 0,5	»
$Др_1$		300	ПЭЛ 0,12	«Универсаль»

Намоточные данные всех катушек конвертера приведены в таблице.

Каркасы катушек (рис. 3) изготовлены из органического стекла. В связи с тем что катушки наматывают толстым проводом, от каркасов можно отказаться и припаять катушки непосредственно к ламелям переключателя $П_2$. При этом параллельно конденсаторам C_7, C_8, C_9, C_{10} устанавливают полупеременные конденсаторы типа КПК-1 емкостью по 8—30 *пф* каждый.

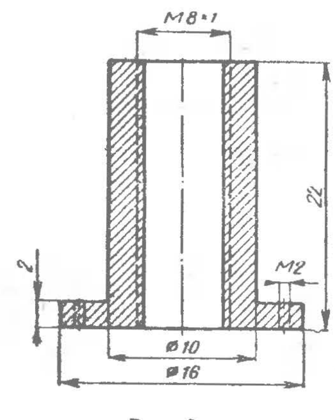


Рис. 3

Монтаж и расположение деталей на шасси конвертера показаны на рис. 4. После налаживания конвертер можно укрепить на стенке приемника или поместить в отдельный хорошо оформленный ящик.

Налаживание конвертера. Перед налаживанием необходимо проверить монтаж конвертера по принципиальной схеме. Затем нужно подключить питание конвертера к приемнику. Провода питания соединяют с приемником при помощи небольших разъемов или штырей. Далее, подключив выход конвертера к гнезду «Антенна», переключают приемник на работу в средневолновом диапазоне. При этом стрелка шкалы приемника должна быть установлена приблизительно на 235 *м*, что соответствует средней промежуточной частоте конвертера 1,3 *Мгц*. Затем к гнезду «Антенна» конвертера подключают генератор стандартных сигналов, например ГСС-6 (Г4-1А), и, подстраивая сердечники катушек гетеродина, настраивают конвертер на соответствующие диапазоны частот. Далее, изменяя емкость конденсатора C_2, добиваются максимального выходного напряжения, контролируя его индикатором выхода. При подключении наружной антенны входной контур конвертера может несколько

расстроиться, но его легко можно подстроить по максимальной слышимости принятой радиостанции.

Конвертер можно настроить на радиолюбительские диапазоны и без измерительных приборов при помощи имеющегося приемника. Для этого приемник

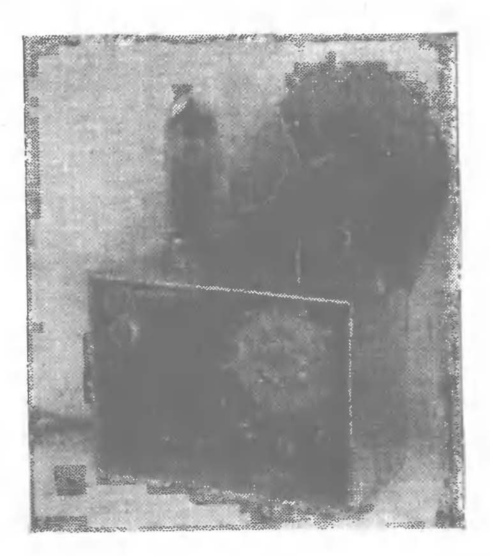


Рис. 4

настраивают на частоту 1,3 *Мгц* (235 *м*). Затем, подключив конвертер к приемнику и медленно вращая сердечник катушки гетеродина, включенного на диапазон 40 *м*, добиваются приема любительских радиостанций. Сердечник контура при этом должен быть полностью введен внутрь катушки. Далее, подстраивая конденсатор входного контура, добиваются наибольшей громкости радиостанций, работающих на этом диапазоне.

Если принятые станции находятся на краю шкалы, необходимо сердечник контура гетеродина подстроить так, чтобы принимаемый диапазон укладывался на участке от 200 до 300 *м*.

Таким же образом подстраивают и другие поддиапазоны конвертера.

Описанный конвертер работал с широковещательными приемниками различного класса и показал хорошие результаты. Любительские коротковолновые станции прослушивались с большой громкостью и хорошей избирательностью. Совершенно не было обнаружено приема зеркального канала, что характерно для приемников без двойного преобразования частот, имеющих стандартную промежуточную частоту 465 или 110 *кгц*. Несмотря на свою простоту, конвертер обладает повышенной чувствительностью и избирательностью. Измерения показали, что, например, такой массовый приемник, как АРЗ, при приеме с конвертером обладал чувствительностью порядка 20 *мкв*. Работа конвертера с радиоприемниками второго класса позволяет получить чувствительность не хуже 5—10 *мкв*.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ КОНДЕНСАТОР ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

А. Свиридов

Малогабаритный конденсатор переменной емкости 5—500 *пф* можно изготовить из обычного подстроечного конденсатора типа КПК-1. Для этого его разбирают, рассверлив сверлом диаметром 5—10 *мм* с нижней стороны конденсатора (рис. 1,*а*) заклепку *1*, снимают шайбу *2* и пружинящий контакт *3* и отделяют ротор *4* от статора *5*. Слой серебра *6, 7* и выводной лепесток *8* оставляют на месте. Статор *5* с нижней стороны можно наполовину сточить на наждачном круге для уменьшения размеров конденсатора по высоте. Шляпку заклепки *1* следует прогреть паяльником, вынуть из ротора и спилить верхнюю ее часть, оставив шляпку толщиной 1—2 *мм*. У ротора *4* в точке *А* против середины слоя серебра *6* (рис. 1,*б*) уголком точильного бруска протачивается небольшое углубление и продавливается острым концом ножниц или другим предметом отверстие диаметром 2—3 *мм*. Через это отверстие будет припаиваться вторая пла-

стина конденсатора, в качестве которой можно использовать плоский керамический конденсатор на 6 800 *пф* типа КДК. Выводы *9*, *10* (рис. 1,*в*) дискового конденсатора следует отпаять и надфилем снять остатки олова. Краску при этом спиливать не надо. Оставшийся керамический диск разламывают на две равные части.

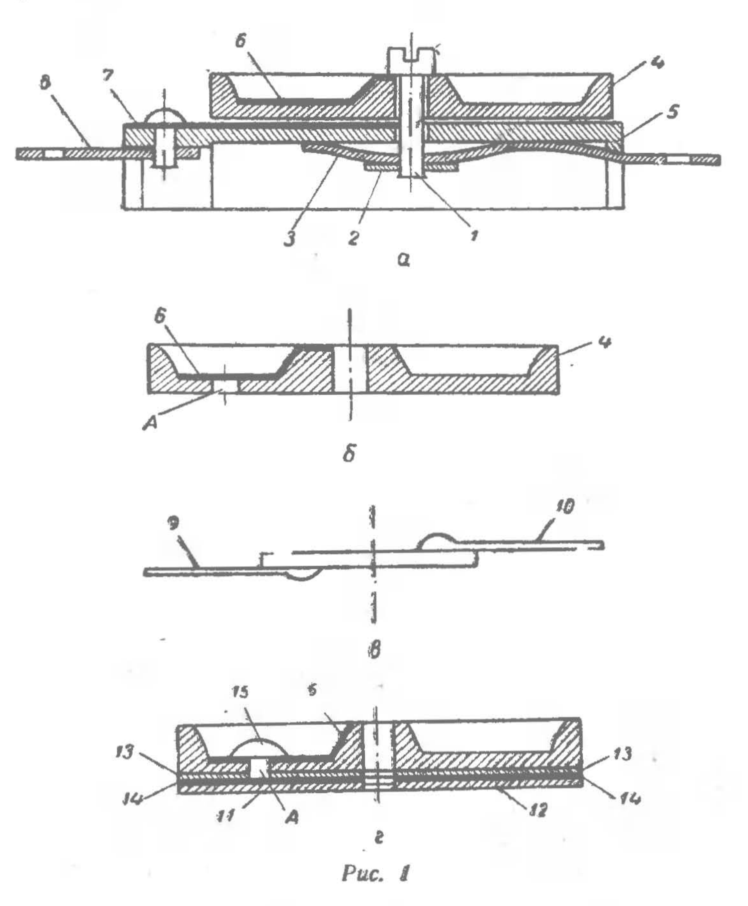


Рис. 1

Обе половинки (*11*, *12*) наклеивают клеем (БФ-2) (рис. 1,*г*) на ротор *4* (см. рис. 1,*а*). Пластину *11* накладывают так, чтобы олово на серебряном покры-

тии *14* приходилось против отверстия *А*. Собранный конденсатор стягивают струбциной и оставляют сушиться в теплом месте на сутки или прогревают паяльником в течение 10—30 минут. Затем через отверстие *А* каплей олова *15* спаивают слой серебра *6* со слоем серебра *14*. Пайку следует производить без применения канифоли слабо нагретым паяльником. После этого на стеклянную пластинку накладывают шлифовальную шкурку, предварительно смазанную вазелином, и равномерными круговыми движениями стачивают рабочую пластину *11* и холостую *12*. Холостая пластина *12* нужна для того, чтобы пластина *11* стачивалась без перекоса. Как только с пластин *11* и *12* будет снят слой краски, а потом слой серебра, дальнейшую шлифовку надо производить на бруске для правки бритв.

Шлифовку следует производить особо тщательно, так как от этого зависит наибольшая емкость, которая при хорошо подогнанных пластинах может доходить до 1 000 *пф*.

Перед тем как собрать конденсатор, желательно проверить его емкость. Если конечная емкость окажется маленькой, то шлифовку следует повторить. Проверить емкость конденсатора можно на транзисторном приемнике любой конструкции. Антенная катушка на феррите должна быть подвижной. Изготовленный конденсатор следует подключить к антенному контуру и настроить приемник на станцию при максимальной емкости конденсатора. Настройку следует производить ферритовым сердечником. Настроившись на станцию, самодельный конденсатор отключают и вместо него подсоединяют фабричный конденсатор переменной емкости, проградуированный в пикофарадах, настраивают на ту же станцию и определяют емкость самодельного. Определив максимальную емкость, следует звездочку *3* немного сплющить, собрать конденсатор и осторожно склепать. Если заклепка будет слишком коротка, то придется сделать новую или собрать конденсатор на болтике с гайкой, при этом его можно будет разбирать для чистки. При сборке конденсатора заклепку необходимо прогреть паяльником, чтобы она припаялась к слою серебра *6*.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

Б. Заливадный

Питание переносной аппаратуры (передающих и приемных радиостанций, измерителей напряженности электромагнитного поля и т. д.) обычно осуществляется от гальванических элементов или аккумуляторов, причем лучше использовать аккумуляторы, так как это обходится дешевле. Кроме того, аккумуляторы имеют значительно меньшее внутреннее сопротивление, чем гальванические элементы.

Для питания анодных цепей нерационально применять высоковольтные батареи аккумуляторов. Значительно удобнее применять низковольтные батареи аккумуляторов с преобразователями напряжения. Из всех существующих в настоящее время преобразователей постоянного напряжения наилучшие экономические и эксплуатационные параметры имеют преобразователи на транзисторах.

Описываемый преобразователь предназначен для работы от аккумуляторной батареи напряжением 6,3 *в*. На выходе преобразователя получают напряжение 300 *в* при токе нагрузки, равном 75 *ма*. Предельный ток нагрузки преобразователя составляет 250 *ма*. При дальнейшем уменьшении сопротивления нагрузки резко снижается выходное напряжение и сильно падает к. п. д. Схема (рис. 1), по которой собран преобразователь, позволяет в случае питания передающей радиостанции, работающей в телеграфном режиме, получать на выходе преобразователя готовые телеграфные посылки анодного напряжения с достаточно крутыми фронтами (менее 2 *мсек.*). При работе в телеграфном режиме преобразователь на холостом ходу (при отжатом телеграфном ключе) потребляет ток менее 1 *ма*, т. е. берет от питающего аккумулятора мощность менее 6 *мвт*. При работе преобразователя в обычном режиме он потребляет на холостом ходу 45 *ма* (0,28 *вт*).

Преобразователь собран на двух транзисторах T_1 и T_2 и двух трансформаторах $Тр_1$ и $Тр_2$. Выпрямитель собран по мостовой схеме на диодах $Д_1 — Д_4$.

При подключении аккумуляторной батареи импульс тока, проходящий через обмотку *II* трансформатора Tp_1, дифференцируется на обмотке *I* трансформатора Tp_2 и с обмотки *II* поступает на базы транзисторов T_1 и T_2 в противофазе друг относитель-

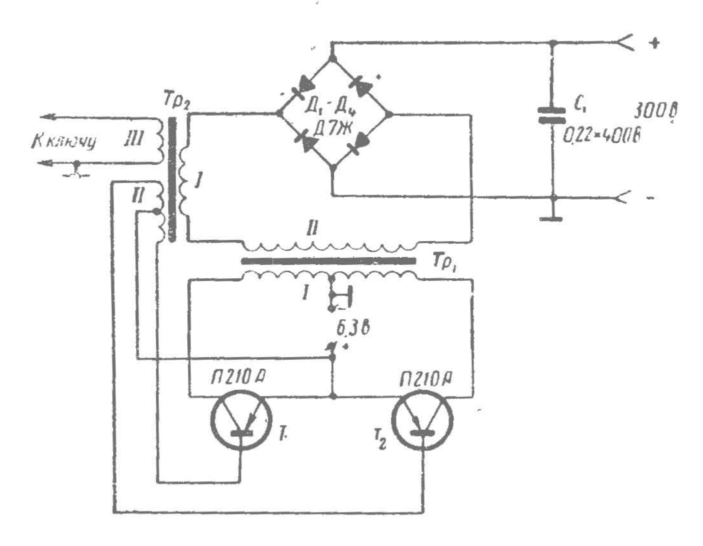


Рис. 1

но друга. Таким образом, один из транзисторов в какой-то момент времени будет отперт, а другой заперт. Возникает лавинообразный процесс, приводящий к полному отпиранию транзистора T_1 и к полному запиранию транзистора T_2. После этого формируется плоская вершина прямоугольного импульса (например, положительного). По прохождении времени, определяемого параметрами преобразователя, возникает обратный лавинообразный процесс: транзистор T_1 запирается, а T_2 отпирается. После этого формируется вершина отрицательного прямоугольного импульса. Далее процесс повторяется.

Отличительной особенностью описываемого преобразователя является то, что по мере увеличения тока нагрузки возрастает ток, проходящий через базу открытого транзистора. Возрастает и напряжение,

подаваемое на базу закрытого транзистора в начале его отпирания. Это способствует тому, что по мере увеличения нагрузки преобразователя уменьшается сопротивление открытого транзистора (уменьшается остатонное напряжение между эмиттером и коллектором) и увеличивается крутизна переднего и заднего фронтов генерируемых прямоугольных импульсов. Это, в свою очередь, приводит к сравнительно пологому падению выходного напряжения преобразователя по мере уменьшения сопротивления нагрузки, сохранению относительно высокого к. п. д. во всем рабочем диапазоне нагрузок и, что особенно важно при зарядке конденсаторов больших емкостей, отсутствию срыва генерации при сколь угодно малых сопротивлениях нагрузки. Кроме того, большая крутизна фронтов прямоугольных импульсов, генерируемых преобразователем (длительность фронта составляет несколько микросекунд), позволяет ограничиваться весьма простым сглаживающим фильтром (при $C_1=0{,}22$ *мкф,* токе нагрузки 120 *ма* пульсации не превышают 1,5%).

Если во время работы преобразователя закоротить обмотку *III* трансформатора $Тр_2$, то индуктивное сопротивление обмотки *I* резко уменьшится, следовательно, уменьшится и падение напряжения на ней. Это вызовет уменьшение напряжения в обмотке *II* и снижение тока базы открытого транзистора, что приведет к практически мгновенному срыву генерации. Скорость уменьшения выходного напряжения определяется постоянной времени $R_н C_1$, где $R_н$— сопротивление нагрузки. Так, при $R_н=2200$ *ом* выходное напряжение практически падает до нуля за время менее 2 *мсек.* Следовательно, если обмотку *III* подключить к верхнему (нормально замкнутому) контакту телеграфного ключа, то при обычной работе телеграфным ключом мы, манипулируя низким напряжением (доли вольта), при мощности в десятки милливатт будем управлять анодным напряжением при отдаваемой мощности в десятки ватт.

На рис. 2 приведена нагрузочная характеристика преобразователя. Здесь по оси ординат отложено выходное напряжение преобразователя в зависимости от тока нагрузки, отложенного по оси абсцисс.

На рис. 3 показано изменение к. п. д. преобразователя в зависимости от тока нагрузки.

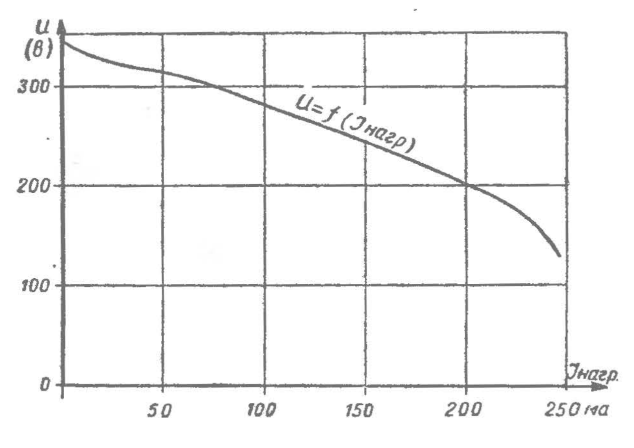


Рис. 2

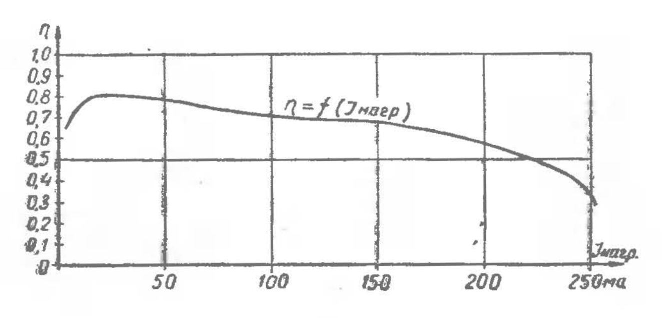


Рис. 3

Преобразователь собран на шасси из листового алюминия толщиной 1,5—2,0 *мм* (можно взять дюралюминий или медь). Алюминий можно заменить и мягкой листовой сталью, но толщиной 4—5 *мм*, поскольку ее теплопроводность почти в 3,5 раза хуже теплопроводности алюминия. Шасси вставляется в корпус из листового алюминия или стали толщиной 1,5—2,0 *мм*. В корпусе нужно сделать по бокам и сверху продольные разрезы и отогнуть металл наружу, чтобы получились жалюзи для вентиляции.

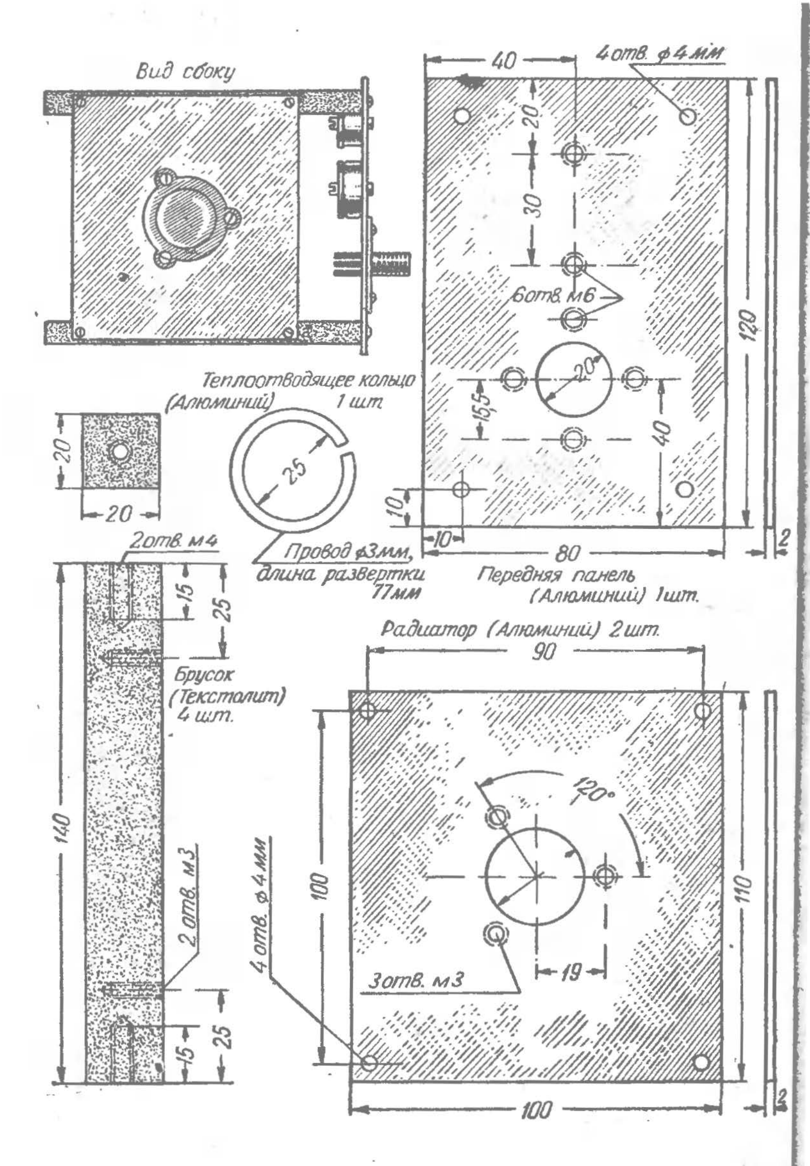

Вид сбоку
40
4 отв. ф 4 мм
20
30
6отв. м6
120
20
Теплоотводящее кольцо
(Алюминий) 1 шт
20
25
15,5
40
20
10
10
2
80
Провод ф3мм,
длина развертки
77мм
Передняя панель
(Алюминий) 1шт.
2отв. м4
15
25
Брусок
(Текстолит)
4 шт.
140
2 отв. м3
25
15
Радиатор (Алюминий) 2шт.
90
120°
4 отв. ф 4 мм
100
110
19
3отв. м3
100
2

Рис. 4

Транзисторы устанавливают на боковых теплоотводящих пластинах шасси. Для улучшения теплового контакта между корпусом транзистора и шасси вставляют кольцо, изготовленное из алюминиевой проволоки диаметром 3 *мм*. Трансформаторы располагают плашмя на передней панели шасси.

Между трансформаторами и панелью, а также между трансформаторами и стягивающими их шайбами проложена для изоляции кабельная бумага. В нижней части панели находится штепсельный разъем для подвода питания от аккумулятора, вывода высокого напряжения и проводов к телеграфному ключу.

Детали шасси приведены на рис. 4. После сборки и монтажа преобразователя налаживания не требуется. Если преобразователь после подключения к аккумулятору не генерирует, то нужно переменить полярность обмотки *I* трансформатора Tp_2.

К. п. д. преобразователя может немного меняться в зависимости от качества применяемых материалов. Если радиолюбитель, изготовивший преобразователь, пожелает добиться максимального к. п. д., возможного при примененных материалах, то установка оптимального режима может быть произведена с помощью вольтметра и амперметра постоянного тока для измерения напряжения и тока питания и напряжения и тока нагрузки. Включив преобразователь на нагрузку, при которой он будет работать, нужно менять число витков в обмотке *I* трансформатора Tp_2 (добавляя или убавляя по одному витку) до достижения максимального к. п. д. Затем такую же операцию нужно произвести с обмоткой *II* трансформатора Tp_2, причем менять число витков обмотки *II* нужно симметрично — одновременно в обеих половинах.

Трансформатор Tp_1 имеет сердечник, состоящий из трех сложенных вместе ферритовых колец Ф-1000 (их можно склеить клеем БФ). Наружный диаметр колец равен 20 *мм*, внутренний — 10 *мм*, высота колец 5 *мм*. Обмотка *I* имеет 2×13 витков провода ПЭЛ 0,96, обмотка *II* — 760 витков провода ПЭЛ 0,12. Трансформатор Tp_2 собран на одном ферритовом кольце Ф-4000. Размеры кольца те же, что и у

трансформатора Tp_1. Обмотка *I* состоит из 215 витков провода ПЭЛШО 0,12, обмотка *II* имеет 2×18 витков провода ПЭЛШО 0,12, обмотка *III* — 50 витков того же провода.

Ферритовые сердечники нужно изолировать лакотканью, поскольку некоторые сорта феррита обладают достаточно большой проводимостью.

РАСЧЕТ И ПЕРЕСЧЕТ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ

(однослойных, цилиндрических)

А. Базилев

Расчет катушек

Индуктивность катушки зависит от геометрических размеров, числа витков и способа намотки катушки. Чем больше диаметр, длина намотки и число витков катушки, тем больше ее индуктивность.

Если катушка наматывается плотно виток к витку, то индуктивность ее будет больше по сравнению с катушкой, намотанной неплотно, с промежутками между витками.

Когда требуется намотать катушку по заданным в описании размерам и нет провода нужного диаметра, то при намотке ее более толстым проводом надо несколько увеличить, а тонким — уменьшить число витков катушки, чтобы получить необходимую индуктивность.

Все приведенные выше соображения справедливы при намотке катушек без ферритовых сердечников. Применение ферритов при одних и тех же геометрических размерах катушек повышает их индуктивность от 5—10% до величины, превышающей начальную индуктивность в 3—5 и более раз. Как и насколько конкретно возрастет индуктивность катушки с ферритами, зависит от качества и магнитных свойств ферритов и их формы. Наибольшей индуктивностью обладают катушки, заключенные в броневые карбонильные или ферритовые сердечники, и катушки, намотанные на торроидальных ферритовых

кольцах, имеющих большую магнитную проницаемость.

В радиоприемных устройствах однослойные катушки наиболее часто применяются для работы в коротковолновом и УКВ диапазонах. Они имеют индуктивность порядка 0,5—10 *мкгн* и каркас диаметром 10—20 *мм*. Катушки коротковолнового диапазона наматывают медным эмалированным проводом марки ПЭ или ПЭЛ диаметром 0,4—0,8 *мм*. Катушки УКВ диапазона, как правило, имеют бескаркасную намотку из медного посеребренного провода диаметром 1—2 *мм*.

Для уменьшения собственной емкости и повышения добротности таких катушек намотка их производится с промежутками между витками (шагом намотки), равными одному-двум диаметрам провода. Подстройка коротковолновых катушек производится ферритовыми или карбонильными сердечниками, позволяющими плавно увеличивать индуктивность в пределах от 5 до 15%. Подстройка УКВ катушек производится латунными сердечниками, уменьшающими их индуктивность примерно в тех же пределах.

Добротность также зависит от формы катушки: чем больше диаметр катушки и диаметр провода, которым она наматывается, тем выше добротность, и, наоборот, с уменьшением диаметра каркаса и провода добротность падает.

Добротность однослойных цилиндрических катушек колеблется в пределах от 40 до 200.

Катушка будет иметь максимальную индуктивность при условии, когда ее диаметр в 2,5 раза больше длины намотки. При всех других соотношениях диаметра и длины намотки индуктивность будет меньше.

Однослойные катушки большой индуктивности (порядка 2 000—2 500 *мкгн*) применяются в практике радиолюбителей при постройке детекторных приемников.

Расчет однослойных цилиндрических катушек производится по формуле:

$$L = \frac{D^2 n^2}{45D + 100l},$$

где L — индуктивность катушки, *мкгн*;
D — диаметр катушки, *см;*
l — длина намотки катушки, *см*;
n — число витков катушки.

При практическом расчете катушки могут встретиться два случая:

а) по заданным геометрическим размерам необходимо определить индуктивность катушки;

б) при известной индуктивности определить число витков и диаметр провода катушки.

В первом случае все исходные данные, входящие в формулу, известны и расчет не представляет затруднений.

Пример. Определим индуктивность катушки, изображенной на рис. 1; для этого подставим в формулу все необходимые величины:

$$L = \frac{1{,}8^2 \cdot 20^2}{45 \cdot 1{,}8 + 100 \cdot 2} \approx 4{,}6 \text{ мкгн}.$$

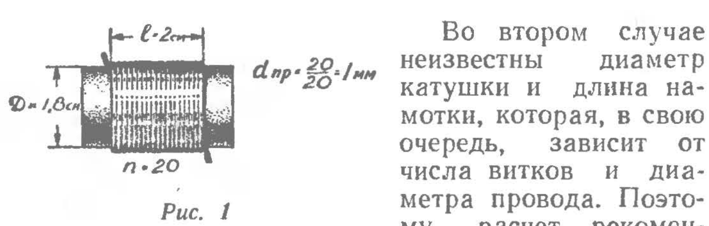


Рис. 1

Во втором случае неизвестны диаметр катушки и длина намотки, которая, в свою очередь, зависит от числа витков и диаметра провода. Поэтому расчет рекомендуется производить в следующей последовательности. Исходя из конструктивных соображений определяют размеры катушки, диаметр и длину намотки, а затем рассчитывают число витков по формуле:

$$n = \frac{\sqrt{5L(9D + 20l)}}{D}.$$

После того как будет найдено число витков, определяют диаметр провода с изоляцией по формуле $d = \frac{l}{n}$, где d — диаметр провода в *мм*, l — длина намотки в *мм* и n — число витков.

Пример. Нужно изготовить катушку диаметром 1 *см* при длине намотки 2 *см*, имеющую индуктивность 0,8 *мкгн*. Намотка рядовая виток к витку.

Подставив в последнюю формулу заданные величины, получим:

$$n = \frac{\sqrt{5 \cdot 0,8\,(9 \cdot 1 + 20 \cdot 2)}}{1} = 14 \text{ витков.}$$

Диаметр провода $d = \frac{20}{14} = 1,43$ *мм*.

Если эту катушку наматывать проводом меньшего диаметра, то нужно полученные расчетным путем 14 витков разместить по всей длине катушки (20 *мм*) с равными промежутками между витками, т. е. с шагом намотки. Индуктивность данной катушки будет на 1—2% меньше номинальной, что следует учитывать при изготовлении таких катушек.

При намотке в случае необходимости более толстым проводом, чем 1,43 *мм*, следует произвести новый расчет, увеличив диаметр или длину намотки катушки. Возможно, также придется увеличить и то и другое одновременно, пока не будут получены необходимые габариты катушки, соответствующие заданной индуктивности.

Следует заметить, что по приведенным выше формулам рекомендуется рассчитывать такие катушки, у которых длина намотки l равна или больше половины диаметра. Если же длина намотки меньше половины диаметра $\frac{Д}{2}$, то более точные результаты можно получить по формулам:

$$L = \frac{D^2 n^2}{10\,(4D + 11l)} \text{ и } n = \frac{\sqrt{10L\,(4D + 11l)}}{D}.$$

Для уменьшения влияния внешних высокочастотных магнитных полей на катушку индуктивности, а также магнитного поля самой катушки на другие цепи приемника ее помещают в металлический экран, изготовленный из хорошо проводящего немагнитного материала — меди, латуни, алюминия. Индуктивность катушки в экране меньше, чем без экрана, так как магнитное поле катушки создает в экране э. д. с. и ток с магнитным полем, противоположным основному полю катушки, что приводит к ослаблению основного поля и уменьшению величины индуктивности и добротности катушки.

Индуктивность катушки в экране рассчитывается по формуле:

$$L_э = L_0\left[1 - \left(\frac{D_0}{D_э}\right)^3\right]\left[1 - \left(\frac{l_0}{2l_э}\right)^2\right],$$

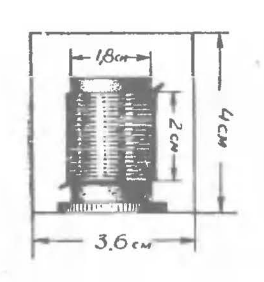


Рис. 2

где $L_э$ — индуктивность экранированной катушки, *мкгн;*

L_0 — индуктивность такой же катушки без экрана, *мкгн;*

D_0 — диаметр катушки, *см;*

$D_э$ — диаметр экрана, *см;*

l_0 — длина катушки, *см;*

$l_э$ — длина экрана, *см.*

Для примера определим индуктивность катушки, изображенной иа рис. 1, заключенной в экраи, размеры которого указаны на рис. 2.

$$L_э = 4{,}6\left[1 - \left(\frac{1{,}8}{3{,}6}\right)^3\right]\left[1 - \left(\frac{2}{2\cdot 4}\right)^2\right] \approx 3{,}7 \text{ мкгн.}$$

Следовательно, в данном случае индуктивность катушки уменьшилась на 0,9 *мкгн*, или на 19%.

Пересчет катушек

Необходимость пересчета катушек индуктивности может встретиться:

— при отсутствии нужного диаметра провода, указанного в описании конструкции, и необходимости замеиы его проводом другого диаметра;

— при изменении диаметра каркаса катушки;

— при пересчете колебательных контуров для работы в новых диапазонах и т. д.

Во всех этих случаях подразумевается, что радиолюбитель решил воспользоваться готовой схемой и описанием конструкции, но у него не оказалось нужного диаметра провода, каркаса или появилось желание изменить рабочий диапазон приемника, конвертера, приставки и т. д.

Если отсутствует провод нужного диаметра, что, кстати, является наиболее частой причиной пересче-

та катушек, можно воспользоваться проводом другого диаметра. Изменение диаметра провода в пределах до 25% в ту или другую сторону вполне допустимо и в большинстве конструкций не отражается на качество их работы. Более того, увеличение диаметра провода допустимо во всех случаях, так как оно уменьшает омическое сопротивление катушки и повышает ее добротность. Уменьшение же диаметра ухудшает добротность и увеличивает плотность тока на единицу сечения провода, которая не может быть больше определенной допустимой величины.

Пересчет числа витков однослойной цилиндрической катушки при замене провода одного диаметра другим производится по формуле:

$$n = n_1 \sqrt{\frac{d}{d_1}},$$

где n — новое число витков катушки;

n_1 — число витков катушки, указанное в описании;

d — диаметр имеющегося провода;

d_1 — диаметр провода, указанный в описании.

В качестве примера произведем пересчет числа витков катушки, изображенной иа рис. 1, для провода диаметром 0,8 *мм:*

$$n = 20\sqrt{\frac{0,8}{1}} \approx 18 \text{ витков}$$

(длина намотки $l = 18 \cdot 0,8 = 14,4$ *мм*, или 1,44 *см*).

Таким образом, число витков и длина намотки несколько уменьшились. Для проверки правильности произведенного пересчета рекомендуется произвести новый расчет катушки с измененным диаметром провода;

$$L = \frac{1,8^2 \cdot 18^2}{45 \cdot 1,8 + 100 \cdot 1,44} \approx 4,6 \text{ мкгн},$$

что подтверждает приведенные соображения.

При пересчете катушки, связанном с изменением ее диаметра, следует пользоваться процентной зависимостью между диаметром и числом витков катушки. Эта зависимость заключается в следующем: при увеличении диаметра катушки на определенное чис-

ло процентов количество витков ее уменьшается на столько же процентов, и, наоборот, при уменьшении диаметра увеличивается число витков на равное число процентов. Для упрощения расчетов за диаметр катушки можно принимать диаметр каркаса.

Так, для примера произведем пересчет числа витков катушки рис. 3, *а*, имеющей диаметр 1,5 *см*, на диаметр, равный 1,8 *см* (рис. 3, *б*).

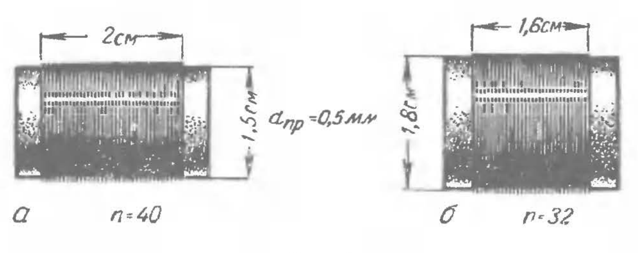


Рис. 3

Согласно условиям перерасчета диаметр каркаса увеличивается на 3 *мм*, или на 20%. Следовательно, для сохранения неизмененной величины индуктивности этой катушки при намотке ее на каркасе большего диаметра нужно уменьшить число витков на 20%, или на 8 витков. Таким образом, новая катушка будет иметь 32 витка.

Произведем проверку пересчета и установим погрешность, допущенную в результате пересчета.

Катушка (рис. 3, *а*) имеет индуктивность:

$$L = \frac{1,5^2 \cdot 40^2}{45 \cdot 1,5 + 100 \cdot 2} = 13,45 \text{ мкгн.}$$

Новая катушка на увеличенном диаметре каркаса

$$L = \frac{1,8^2 \cdot 32^2}{45 \cdot 1,8 + 100 \cdot 1,6} = 13,7 \text{ мкгн.}$$

Ошибка при пересчете составляет 0,25 *мкгн*, или меньше 2%, что вполне допустимо для расчетов, применяемых в радиолюбительской практике.

Следует заметить, что в некоторых брошюрах по радиотехнике приводится формула для пересчета числа витков однослойной цилиндрической катушки при

изменении диаметра каркаса. Эта формула имеет вид:

$$n = Kn_0 \sqrt{\frac{D_0}{D}},$$

где K — постоянный коэффициент, который при увеличении диаметра берется равным 0,98, а при уменьшении 1,03;

n — новое число витков катушки при измененном диаметре каркаса;

n_0 — старое число витков катушки;

D — новый или измененный диаметр каркаса;

D_0 — старый диаметр каркаса.

Однако, расчет по этой формуле дает значительно большую погрешность, чем в приведенном выше способе, основанном на процентном пересчете. Поэтому пользоваться данной формулой можно только для весьма ориентировочных подсчетов с последующей корректировкой данных числа витков по основным формулам.

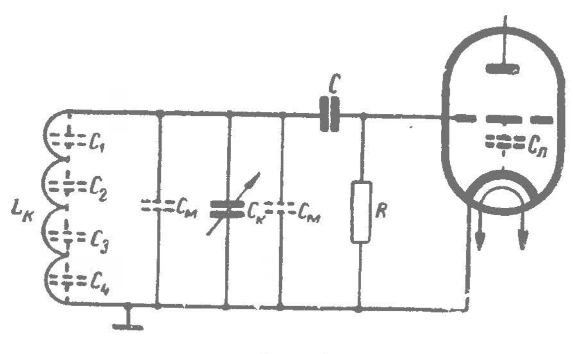


Рис. 4

Необходимость пересчета катушек для работы в новых диапазонах возникает чаще всего при переделке старых конструкций передатчиков, приемников и конвертеров на новые любительские диапазоны, как, например, с диапазона 38—40 *Мгц* на диапазон 28—29,7 *Мгц*. Этот пересчет связан с изменением резонансной частоты колебательных контуров, которая в равной степени зависит как от индуктивности, так

и от суммарной емкости контура: переменного конденсатора, межвитковой емкости катушки, входной емкости радиолампы и др. (рис. 4). Учитывая все это, при пересчете рекомендуется в следующем порядке определить:

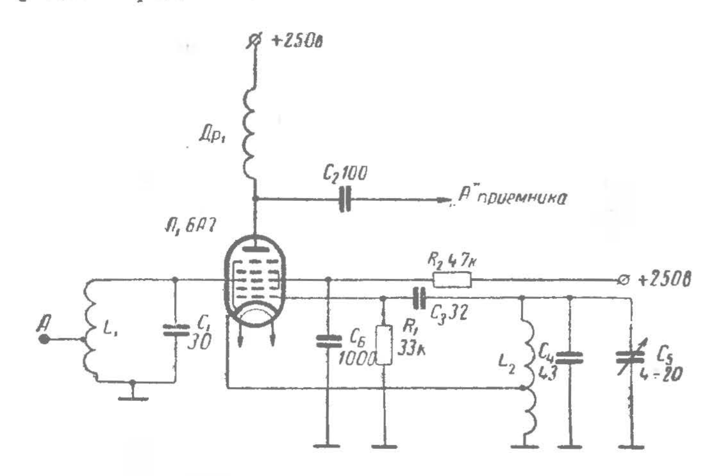


Рис. 5. Принципиальная схема однолампового УКВ конвертера. Данные катушек: L_1 — диаметр 20 *мм*, диаметр провода 1,2 *мм*, число витков 9,5, отвод от 2,5 витка, считая от заземленного конца; L_2 — диаметр 20 *мм*, диаметр провода 1,2 *мм*, число витков 5,5, отвод от 1,5 витка, считая от заземленного конца; намотка катушек бескаркасная, шаговая; $Др_1$ содержит 180 витков провода ПЭШО 0,12; промежуточная частота 1 400—1 500 *кгц*; диапазон 38—40 *Мгц*

— индуктивность катушки, работающей в старом диапазоне частот, по размерам и моточным данным, указанным в описании;

— суммарную емкость контура для данной рабочей частоты (берется средняя частота рабочего диапазона);

— необходимую индуктивность катушки для работы в новом диапазоне частот;

— число витков новой катушки.

В качестве примера произведем пересчет катушек входного контура и контура гетеродина в схеме однолампового УКВ конвертера (рис. 5 и 6) с диапа-

зона 38—40 *Мгц* на диапазон 28—29,7 *Мгц* (схема взята из альбома С. Л. Матлина «Радиосхемы», Изд. ДОСААФ, 1960 г.).

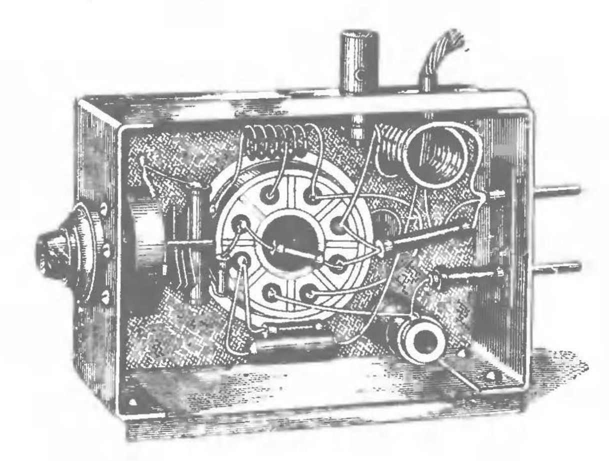


Рис. 6. Монтажная схема однолампового УКВ конвертера

а) Определяем индуктивность катушки L_1:

$$L_1 = \frac{2^2 \cdot 9,5^2}{45 \cdot 2 + 100 \cdot 2,3} \approx 1,1 \text{ мкгн}.$$

Здесь мы произвольно допустили, что катушка намотана с шагом, равным диаметру провода, т. е. 1,2 *мм* (в описании эти данные отсутствуют). Если шаг намотки больше или меньше, то погрешность в расчете не будет превышать 1—2%.

б) Определяем общую емкость входного контура L_1C_1 для средней частоты рабочего диапазона 39 *Мгц*, пользуясь общеизвестными формулами расчета резонансной частоты контура:

$$C = \frac{25300}{32^2 \cdot 1,1} \approx 15,1 \text{ пф}.$$

в) Определяем требуемую индуктивность новой катушки для средней частоты нового рабочего диапазона 29 *Мгц*:

$$L = \frac{25300}{29^2 \cdot 15,1} \approx 2 \text{ мкгн}.$$

г) Определяем новое число витков катушки по соотношению:

$$\frac{n_{\text{н}}^2}{n_{\text{с}}^2} = \frac{L_{\text{н}}}{L_{\text{с}}},$$

где $n_н$ и $L_н$ — индуктивность и число витков новой катушки;

n_c и L_c — соответственно старой.

$$\frac{n_{\text{н}}^2}{9{,}5^2} = \frac{2}{1{,}1};$$

$$n_{\text{н}} = \sqrt{\frac{9{,}5^2 \cdot 2}{1{,}1}} \approx 13 \text{ витков.}$$

Таким образом, катушка L_1 для нового диапазона будет иметь 13 витков с тем же шагом намотки.

Для пересчета катушки гетеродина L_2 надо знать, на какой частоте он работает. Известно, что частота гетеродина может быть выше или ниже частоты принимаемого сигнала на величину, равную промежуточной частоте устройства, т. е. в данном случае на 1 400—1 600 *кгц*. Так как катушка L_2 по количеству витков значительно меньше катушки L_1, а следовательно, и индуктивность ее меньше, то можно предположить, что гетеродин работает на частоте выше частоты принимаемого сигнала и его рабочая частота при среднем положении конденсатора C_5 составляет:

$$39 \text{ Мгц} + 1{,}5 \text{ Мгц} = 40{,}5 \text{ Мгц}.$$

Учитывая это, производим расчет:

$$L_2 = \frac{2^2 \cdot 5{,}5^2}{45 \cdot 2 + 100 \cdot 1{,}3} = 0{,}55 \text{ мкгн}$$

(здесь мы также считаем, что катушка имеет шаговую намотку с расстоянием между витками 1,2 *мм*).

$$C_{\text{общ}} = \frac{25300}{40{,}5^2 \cdot 0{,}55} \approx 28 \text{ пф}.$$

Полагая по аналогии, что новая рабочая частота гетеродина также будет выше частоты принимаемого сигнала на 1 400—1 600 *кгц* и составит 28 *Мгц*+ +1,5 *Мгц*=30,5 *Мгц*, производим расчет индуктивности катушки для этой частоты:

$$L_{н} = \frac{25300}{30{,}5^2 \cdot 28} \approx 0{,}98 \text{ мкгн, или } 1 \text{ мкгн (округленно).}$$

Новое число витков составит:

$$n_{н} = \sqrt{\frac{5{,}5^2 \cdot 0{,}98}{0{,}55}} \approx 7{,}5 \text{ витка.}$$

Таким образом, мы произвели пересчет числа витков катушек L_1 и L_2 для нового диапазона частот.

В данном конкретном случае пересчета катушек L_1 и L_2 не было учтено влияние на них металлической коробки конвертера, которая является экраном и, следовательно, уменьшает общую индуктивность этих катушек. Поэтому фактическая индуктивность их как в первом, так и во втором случае меньше расчетной, что и является причиной увеличения емкости конденсаторов этих контуров (C_1—30 *пф* вместо расчетных 15,1 *пф* и C_4+C_5—53 *пф* вместо 28 без учета межэлектродных емкостей самой лампы и монтажа).

Отвод у гетеродинной катушки можно взять от $^1/_3$ числа витков, считая от заземленного конца катушки, а у катушки входного контура — от $^1/_3$—$^1/_4$ (лучше всего эти данные найти опытным путем).

Так как приставка будет работать в более низком диапазоне частот, то дроссель $Др_1$ должен иметь несколько большее число витков, чем он имеет, а именно 200—250 витков. Остальные номиналы деталей в данной схеме могут остаться без изменений.

Все приведенные в статье расчеты и пересчеты относились к однослойным цилиндрическим катушкам, как наиболее распространенным в любительских конструкциях.

В статье не приводились расчеты многослойных катушек, а также катушек с ферритовыми материалами. Эти расчеты будут освещены в одном из следующих номеров сборника.

ПРИБОР ДЛЯ ФОТОПЕЧАТАНИЯ ТИПА ПБФ-1

В. Богач

Качество фотографии во многом зависит от процесса печатания, складывающегося из выбора номера фотобумаги, определения выдержки при печатании, времени проявления, фиксирования и т. д.

Наиболее сложной задачей, решаемой обычно опытным путем, является точный подбор номера фотобумаги к негативу и определение выдержки при печатании. Обычно производится ряд проб на различных номерах фотобумаги с различными выдержками, а затем выбирается наиболее удачный отпечаток и по его данным производится печатание.

Такой способ определения времени выдержки и сорта фотобумаги приводит к излишнему расходу фотоматериалов и отнимает много времени.

Задачу эту можно значительно упростить, а расход материалов свести к минимуму, если воспользоваться прибором, который без всяких проб позволял бы получать исчерпывающие объективные данные о негативе и определять, исходя из них, требуемый номер фотобумаги при печати. Прибор должен иметь реле времени, позволяющее автоматически отсчитывать заданную выдержку.

Схема такого прибора приведена на рис. 1. В состав его входят высокочувствительный фотоэкспонометр, снабженный выносиым датчиком, калькулятор и реле времени.

Фотоэкспонометр позволяет измерить как максимальную ($E_{макс}$), так и минимальную ($E_{мин}$) освещенность деталей негативного изображения на экране увеличителя. Так как размер окна датчика мал, то можно пользоваться экспонометром и для оценки иегативов при контактной печати.

Полученные экспонометром данные вводятся в калькулятор, с помощью которого определяют требуемый номер фотобумаги и получают значение требующегося времени выдержки.

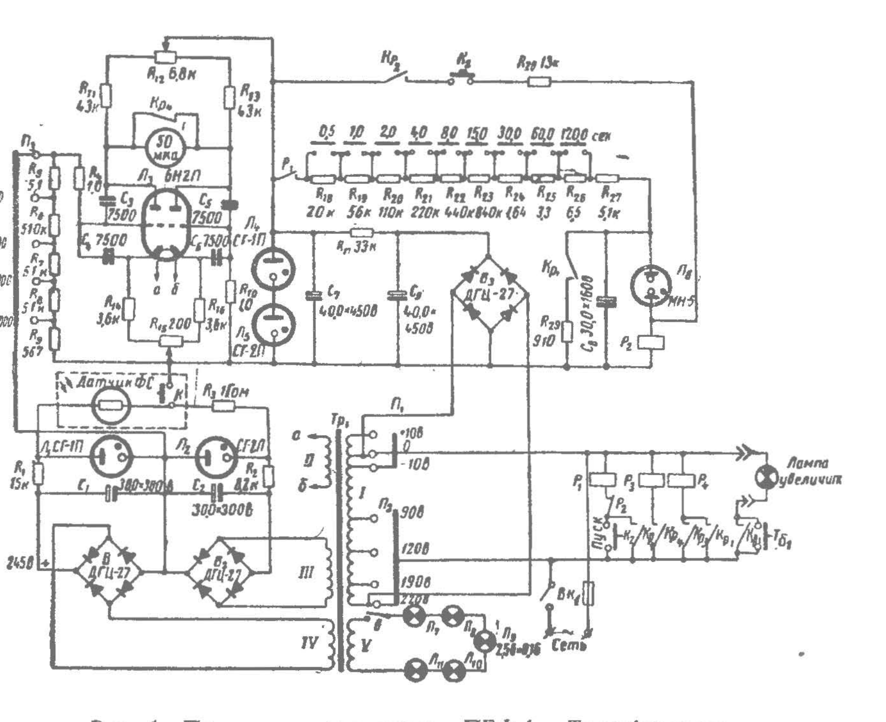


Рис. 1. Принципиальная схема ПБФ-1. Трансформатор Tp_1 собран на сердечнике из пластин Ш-15, толщина набора 40 *мм;* обмотка *I* — 82+82+655+246+575+246 витков провода ПЭВ-1 0,2; обмотка *II* — 63 витка провода ПЭВ-2 0,5; обмотка *III* — 1 360 витков провода ПЭВ-2 0,11; обмотка *IV* — 1 800 витков провода ПЭВ-2 0,11; обмотка *V* — 90 витков провода ПЭВ-2 0,5

Это значение устанавливают на реле времени, которое автоматически отсчитывает время выдержки при печати.

Для того чтобы уяснить методику работы с прибором, следует вспомнить несколько основных положений, касающихся свойств фотобумаги.

Как известно, каждой экспозиции соответствует определенная степень потемнения фотобумаги после проявления. Если построить график зависимости потемнения от экспозиции, то мы получим характеристическую кривую фотобумаги (рис. 2).

Для того чтобы получить хороший отпечаток, темные участки негатива должны обеспечить экспозицию на фотобумаге $H_{мин}$, а светлые — $H_{макс}$.

Если это условие будет выполнено, то будет сохранена требуемая широта отпечатка, т. е. будут проработаны детали изображения как на светлых, так и на темных участках отпечатка.

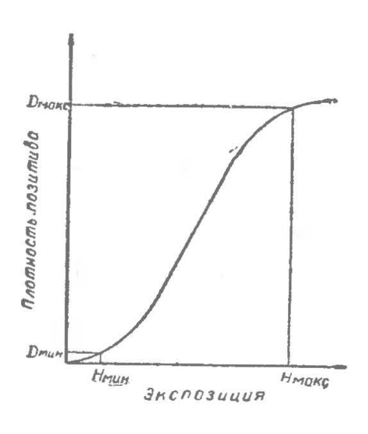


Рис. 2. Характеристическая кривая фотобумаги

В общем случае широта фотобумаги должна строго соответствовать широте негатива.

Разные номера фотобумаги имеют различный наклон характеристической кривой и отличаются значениями $H_{макс}$ с $H_{мин}$. Следовательно, отношения $\frac{H_{макс}}{H_{мин}} = G$ различны для разных сортов фотобумаги.

Из сказанного видно, что критерий широты фотобумаги оказывается весьма удобным для работы с прибором. Однако выпускаемая промышленностью фотобумага маркируется по номерам контрастности. Хотя широта и контрастность взаимосвязаны и можно переходить от одной величины к другой, для получения хороших результатов желательно производить с помощью прибора калибровки фотобумаги. Это нужно еще и потому, что поскольку испытание бумаги очень несложно, но проводится в тех же условиях, в которых в дальнейшем фотобумага будет использоваться, то полученные данные будут точно характеризовать свойства фотобумаги.

Для этого один раз после приобретения фотобумаги проводится испытание. Оно заключается в том, что на листе фотобумаги размером 4,5×3 *см* печатают оптический клин с выдержкой порядка секунд. Измерив предварительно прибором количество света, проходящее через каждое поле клина и зная выдер-

жку, можно подсчитать экспозицию, полученную каждым полем фотобумаги.

Она будет равна освещенности (в делениях прибора), умноженной на время:

$$H = Et,$$

где H — экспозиция;

E — освещенность поля бумаги, т. е. количество света, прошедшее через поле клина и измеренное в делениях прибора;

t — время в сек.

Далее на полученном отпечатке следует выбрать поля, соответствующие $H_{мин}$ и $H_{макс}$.

За поле, по которому определяется $H_{мин}$, берется самое светлое, на котором еще заметно изменение плотности. Поле, по которому определяется $H_{макс}$, самое плотное, на котором также заметно изменение плотности.

В качестве оптического клина можно использовать имеющийся в продаже определитель выдержек типа ОВ-1.

Полученные значения $H_{мин}$, $H_{макс}$ или их отношение $G = \frac{H_{макс}}{H_{мин}}$ нужно записать чернилами, лучше черными, прямо на пачке фотобумаги и использовать в дальнейшем при работе с этим сортом фотобумаги. Показания прибора столь стабильны, что измеренные параметры фотобумаги длительное время не нуждаются в корректировке.

Измеренная прибором минимальная освещенность $E_{мин}$ и максимальная освещенность $E_{макс}$ устанавливается на калькуляторе соответствующими рукоятками и сразу на нем получают широту негатива G.

Теперь необходимо из имеющейся в наличии фотобумаги выбрать такую, у которой широта будет равной или близкой широте негатива, чтобы получить полное соответствие негатива и фотобумаги. После этого выдержка при печати определяется так. Значение $H_{мин}$ данной бумаги устанавливают на калькулятор, после чего на нем читают выдержку в секундах.

Можно также устанавливать и значение $H_{макс}$ — выдержка будет та же. Выдержка на калькуляторе

получается в результате деления:

$$t = \frac{H_{мин}}{E_{мин}} \text{ (сек.) или } t = \frac{H_{макс}}{E_{макс}} \text{ (сек).}$$

Если же не удается подобрать бумагу требуемой широты или художественный замысел требует нарушения условий соответствия негатива и бумаги, то выдержку выбирают исходя из сюжетно важной части кадра. Например, если необходимо обеспечить передачу деталей в тенях отпечатка, то следует установить на калькуляторе только $H_{макс}$ и задавать прямо на реле времени полученную выдержку. Обычно рассчитанная выдержка слегка корректируется.

Как показывает опыт, при описанной методике работы обеспечивается возможность получения сразу без всяких проб отличных отпечатков.

Правда, существует вероятность того, что за время, прошедшее с момента измерения до момента печатания, вследствие колебания напряжения сети может измениться освещенность негатива, что отрицательно повлияет на качество отпечатка. Во избежание этого желательно лампу увеличителя или копировального станка питать через стабилизатор. Однако практика работы с прибором показывает, что это необходимо лишь при цветной печати.

Экспонометр, встроенный в прибор, позволяет измерять освещенности в диапазоне от 0,0015 до 900 люкс. Весь диапазон измерений разбит на пять поддиапазонов. При переходе от одного поддиапазона к другому чувствительность и цена делений прибора изменяется в 10 раз.

Выносной датчик экспонометра состоит из фотосопротивления ФС типа ФСК-1 и кнопки *К*. Кнопка необходима для того, чтобы предохранить прибор от выхода из строя при зажигании света в лаборатории.

Напряжение питания на фотосопротивление поступает от трансформатора $Тр_1$ через выпрямители $В_1$ и $В_2$, собранные на диодах ДГЦ-27. Стабилизация этого напряжения осуществляется стабиловольтами $Л_1$ и $Л_2$.

При отсутствии освещения (кнопка *К* замкнута) датчик сбалансирован. Если же на фотосопротивление попадает свет, то появляется выходной сигнал,

который через делитель R_5—R_9 поступает на вход усилителя постоянного тока, выполненного на лампе $Л_3$.

Величину освещенности, измеряемую датчиком, показывает микроамперметр типа М-24 на 50 *мка*, включенный в анодную цепь лампы $Л_3$.

Переменные сопротивления R_{15} и R_{12} служат соответственно для глубокой и точной установки нуля прибора. Конденсаторы C_3, C_4, C_5, C_6 служат для устранения самовозбуждения усилителя.

Для повышения точности показаний прибора питание усилителя постоянного тока осуществляется стабилизированным напряжением от выпрямителя B_3 на диодах ДГЦ-27. От этого же выпрямителя питается реле времени.

Конденсатор C_7 устраняет влияние реле времени на усилитель постоянного тока. Для защиты микроамперметра от перегрузки при включении и выключении прибора установлены реле P_4 типа РПТ — 100 и реле P_3, которое является тепловым реле времени. Роль этих двух реле заключается в том, что они включают микроамперметр после прогрева лампы $Л_3$, а выключают микроамперметр немедленно при выключении прибора. Оба эти элемента не являются обязательными.

Реле времени собрано на неоновой лампе $Л_6$ по обычной релаксационной схеме.

Выдержка времени зависит от величины сопротивления в цепи заряда конденсатора C_8 и изменяется с помощью переключения магазина сопротивлений (R_{18} — R_{27}).

Диапазон выдержек реле времени колеблется от 0,5 до 240 сек. ступенями через 0,5 сек.

Пуск реле времени осуществляется кнопкой K_2, включающей реле P_1, которое, в свою очередь, включает лампу увеличителя. После того как зарядится конденсатор C_8, зажжется лампа $Л_6$ и сработает реле P_2, реле P_1 вернется в исходное положение, разрывая своими контактами цепи лампы увеличителя. Тумблер $Тб_1$ позволяет включить лампу увеличителя, минуя реле времени, что бывает необходимо для установки кадра, наводки на резкость и т. д. Сопротивление R_{28} включено последовательно с самоудер-

живающим контактом реле P_2 для снижения питающего напряжения до 24 *в*, на которые рассчитана катушка реле P_2. В этой же цепи включен один контакт K_2 для предотвращения повторной работы реле на малых выдержках. Через сопротивление R_{29} производится полный разряд конденсатора для обеспечения постоянства выдержки времени.

Шкалы микроамперметра, калькулятора и реле времени освещены во время работы лампочками $Л_7 — Л_{11}$. Освещение шкал при печати можно выключить.

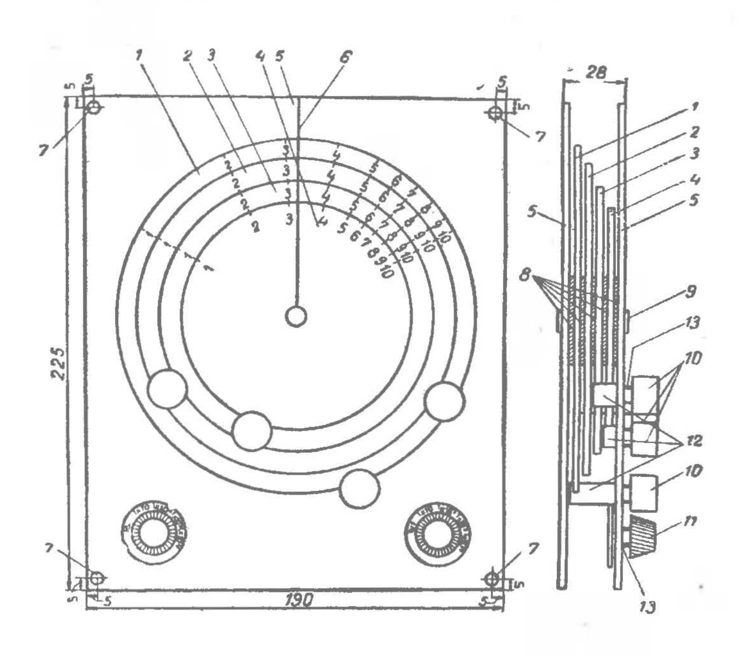


Рис. 3. Калькулятор для определения сорта фотобумаги и выдержки при печати: *1* — диск со шкалой $H_{макс}$; *2* — диск со шкалой $E_{макс}$; *3* — диск со шкалой $E_{мин}$; *4* — диск со шкалой $H_{мин}$; *5* — щечки; *6* — визирная линия; *7* — отверстие диаметром 4 *мм*; *8* — шайба металлическая; *9* — ось дисков; *10* — ручки вращения дисков; *11* — ручки вращеиия запоминающих шкал; *12* — фрикционы с резиной для вращения дисков; *13* — пружина

Важнейшей частью прибора является калькулятор (рис. 3). Он позволяет свести все расчеты к простой операции совмещения шкал с рисками.

Калькулятор выполнен из листового органического стекла и представляет собой четыре диска, последовательно увеличивающихся по диаметру, насаженных на общую ось. Шкалы на дисках расположены в таком порядке, что обеспечивают наиболее удобную работу с прибором. Каждый диск приводится во вращение независимо от других своей ручкой.

На дисках в логарифмическом масштабе нанесены следующие шкалы:

а) экспозиция, соответствующая наибольшему потемнению фотобумаги, — $H_{макс}$;

б) освещенность на экране увеличителя самой светлой детали негатива — $E_{макс}$;

в) освещенность на экране увеличителя самой темной детали негатива — $E_{мин}$;

г) экспозиция, соответствующая наименьшему потемнению фотобумаги — $H_{мин}$.

Порядок работы с калькулятором следующий. Полученные в результате замеров $E_{макс}$ и $E_{мин}$ устанавливаются на соответствующих шкалах путем подвода нужного деления к визирной черте. После этого на стыке дисков прямо считывается величина G — широта негатива. Далее выбирается нужная бумага и ее данные ($H_{макс}$ и $H_{мин}$), определенные, как указано в начале статьи, устанавливаются на соответствующих дисках. После этого сразу на стыке шкал $H_{макс}$ и $E_{макс}$ читается выдержка, необходимая для правильной проработки теней позитива, а на стыке шкал $H_{мин}$ и $E_{мин}$ — выдержка, необходимая для правильной проработки светлых мест кадра.

Корпус прибора прямоугольной формы. Для удобства считывания показаний передняя стенка корпуса, на которой расположены микроамперметр, калькулятор и органы управления прибором, сделана наклонной. Чертежи корпуса прибора, датчика и теплового реле P_3 приведены на рис. 4 и 5.

Внутри прибора располагается шасси, скрепленное с передней стенкой. Материал корпуса и шасси — дюралюминий толщиной 3 *мм*.

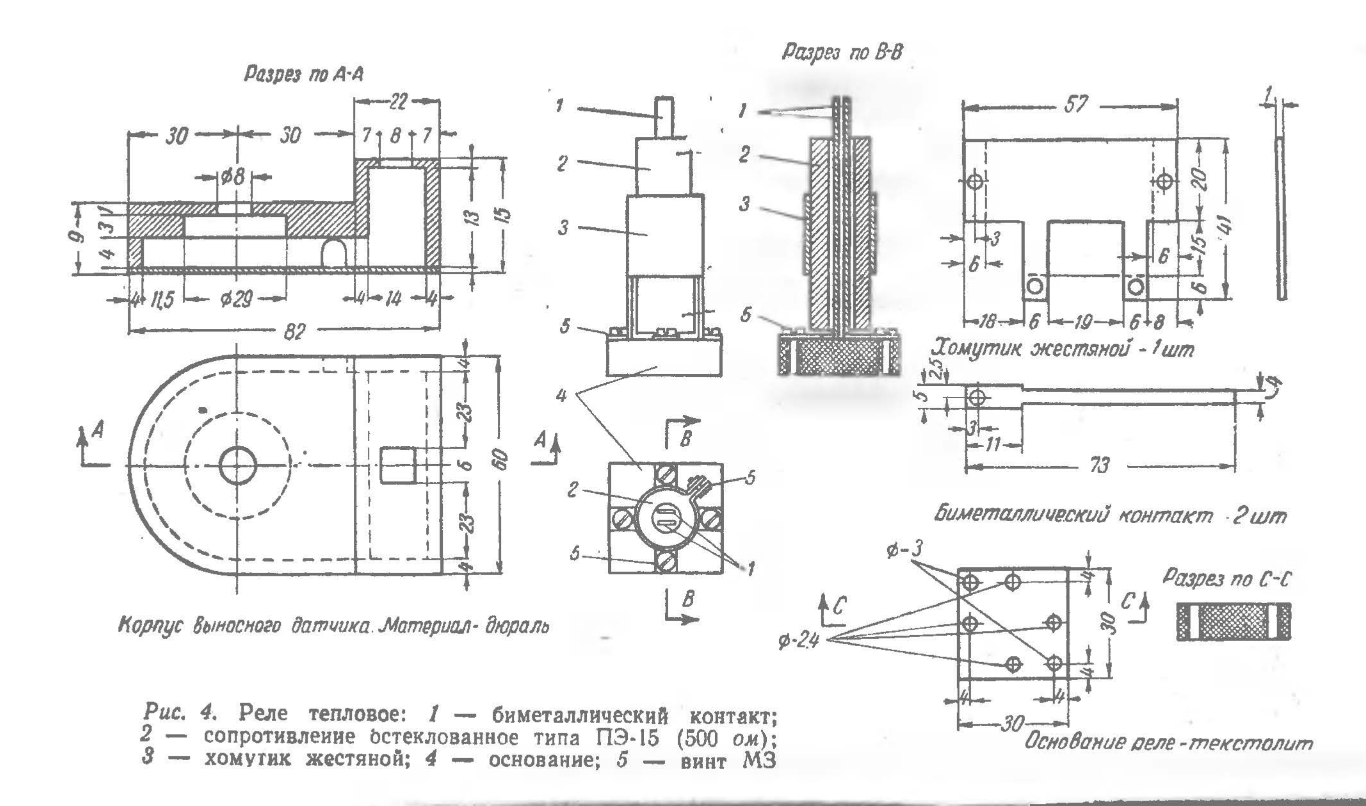


Рис. 4. Реле тепловое: *1* — биметаллический контакт; *2* — сопротивление остеклованное типа ПЭ-15 (500 *ом*); *3* — хомутик жестяной; *4* — основание; *5* — винт М3

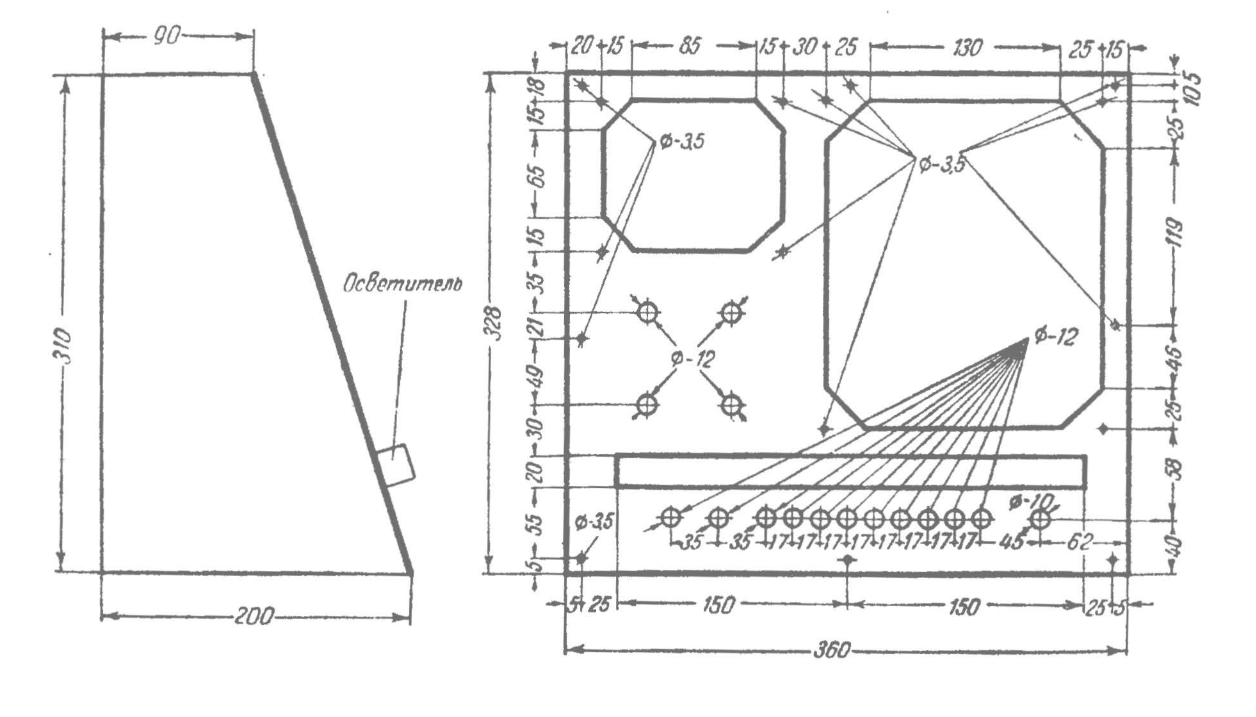


Рис. 5. Корпус прибора ПБФ-1 и разметка передней панели

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУТЕЙ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОВОДОВ

Я. Розенфельд

При ремонте различного оборудования, имеющего разветвленный и сложный монтаж, возникают значительные затруднения (особенно при отсутствии полной технической документации, монтажных схем, таблиц и т. д.) при определении пути прохождения того или иного провода в связи с тем, что все провода, как правило, связаны в жгуты. Это особенно относится к станкам и оборудованию, оснащенному электронными системами управления, к коммутационным щитам и панелям. Для определения пути провода в жгуте приходится производить прозвонку всей цепи с последующим снятием вязки, что приводит к значительной потере времени и последующему ухудшению монтажа. Использование предлагаемого прибора позволяет сохранить качество монтажа и значительно сокращает время, потребное для устранения неисправностей в системах радиоэлектронного оборудования.

Прибор состоит из генератора, вырабатывающего напряжение синусоидальной формы, и приемного устройства. Искомый провод подключается к переходной клемме генератора. При этом вокруг него образуется слабое магнитное поле соответствующей частоты. При приближении к проводу приемного контура в телефонах прослушивается звук. Для повышения точности определения диаметр приемного контура берется равным 15 *мм*; таким образом, точность определения, производимого по максимуму сигнала, соответствует половине диаметра, т. е. 7,5 *мм*, и вполне достаточна во многих случаях.

Генератор собран по схеме самовозбуждения и работает на транзисторе П4Б (рис. 1). Частота колебаний, создаваемых генератором, равна 800 *гц*. Максимальное напряжение, снимаемое с выходной обмотки, составляет 100 *в*. Плавная регулировка напряжения производится изменением величины сопротивления R_2. Генератор питается от батареи КБС

напряжением 4,5 *в*. Потребляемый ток составляет 70 *ма*. Время непрерывной работы батареи при этом достигает семи-восьми часов.

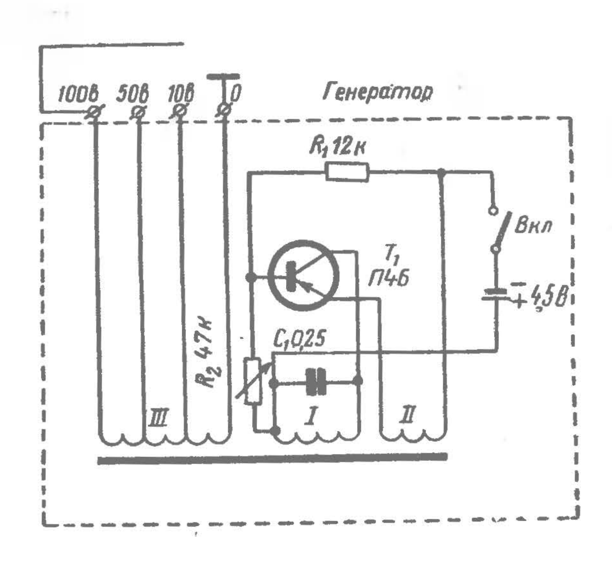


Рис. 1. Принципиальная схема генератора прибора

Трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из стандартных пластин Ш-15, толщина набора 10 *мм*. Обмотка *I* содержит 150 витков провода ПЭЛ 0,2, обмотка цепи эмиттера *II* имеет 40 витков того же провода, обмотка *III* — 70+280+400 витков провода ПЭЛ 0,15 *мм*.

Правильно собранный генератор работает без какой-либо регулировки, в чем можно убедиться, замерив напряжение на концах выходной обмотки. При отсутствии возбуждения генератора необходимо поменять местами концы обмотки обратной связи. Частота генератора определяется величиной емкости конденсатора C_1. Регулировка частоты в небольших пределах может также производиться потенциометром R_2, что бывает необходимо при длительном пользовании прибором, когда ухо несколько теряет остроту восприятия колебаний одного тона.

Конструктивно генератор выполнен в металлическом кожухе размером 80×70×50 *мм*, общий вес которого составляет 300 *г* (рис. 2)

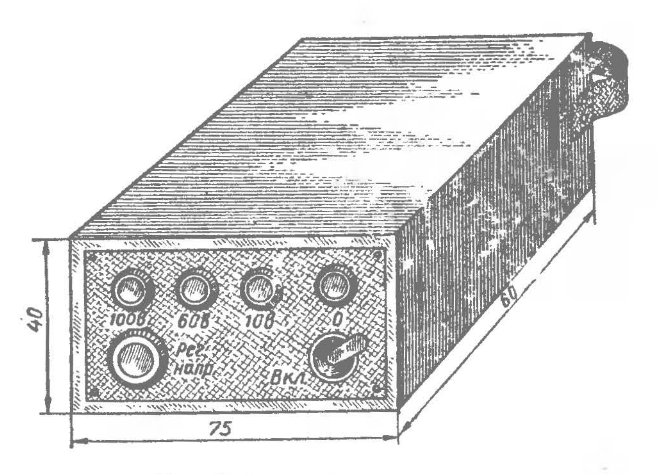


Рис. 2. Внешний вид генератора

Приемное устройство представляет собой усилитель, работающий на четырех транзисторах типа П13 (рис. 3). Коэффициент усиления усилителя составляет 12 000 (на частоте 1 *кгц*). Приемный контур содержит 200 витков провода ПЭЛ 0,1 и настроен с помощью конденсатора C_2 в резонанс с частотой генератора.

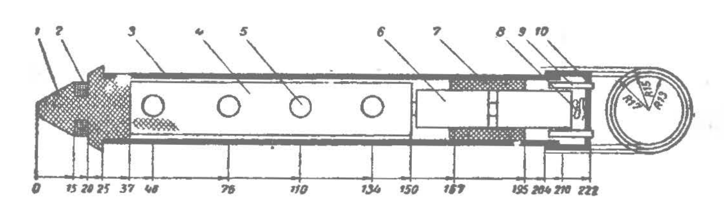


Рис. 4. Конструкция приемного устройства (разрез): *1* — приемный контур; *2* — обмотка приемного контура; *3* — алюминиевая трубка (корпус); *4* — панель усилителя; *5* — транзисторы T_1—T_4; *6* — батареи питания; *7* — центрирующая прокладка; *8* — пружина; *9* — разрезные гнезда телефонов; *10* — крышка

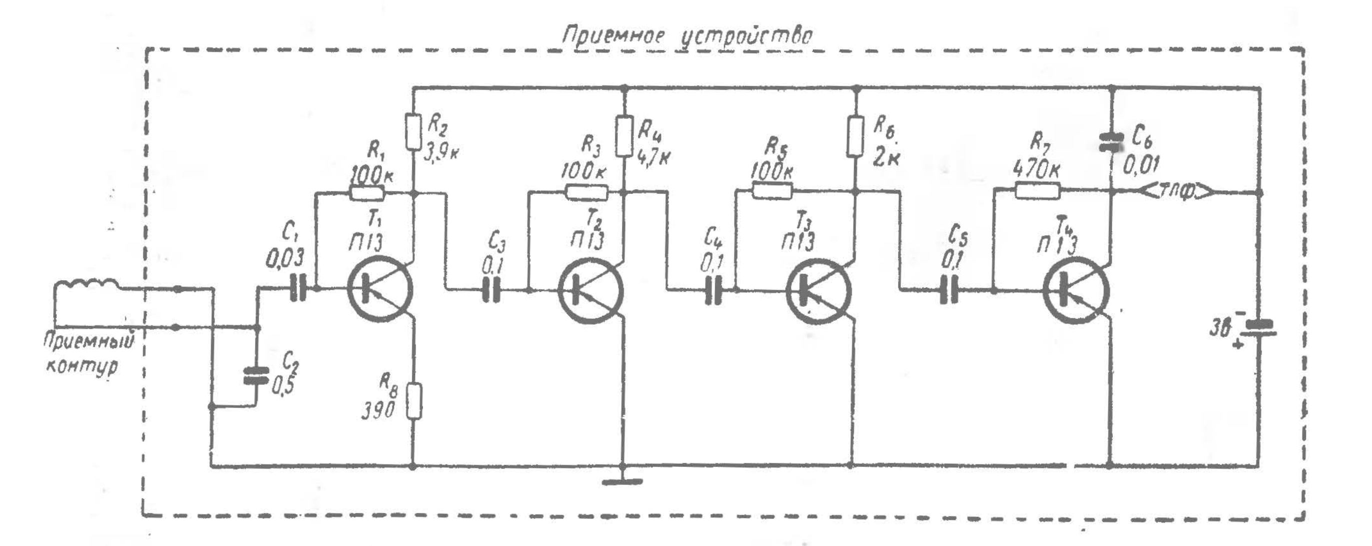


Рис. 3. Принципиальная схема приемного устройства прибора

Включение усилителя производится при вставлении вилки шнура головных телефонов в соответствующие гнезда. Конструктивно приемное устройство оформлено в виде цилиндра (рис. 4).

Питание приемника производится от двух элементов 1-ФМЦ. Вес приемного устройства 400 *г*.

Приемный контур намотан на вставке из эбонита, на оси которой имеется устройство для зажима карандашного грифеля, что необходимо при записи на бумаге.

Правильно собранный усилитель работает также без какого-либо налаживания. При наличии сильного шума в телефонах необходимо заменить транзистор первого каскада усиления.

ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НОВОГОДНЕЙ ЕЛКИ

А. Крысанов

Устройство предназначено для освещения новогодней елки в такт с громкостью музыки, песни или речи. Разноцветные елочные гирлянды с помощью усилителя светятся то сильнее, то слабее в зависимости от мощности сигнала. Зрительный эффект от такой елки, гирлянды которой светятся в такт музыки, зрительно выше, чем при ровном горении огней и простом переключении.

Все устройство очень просто и может быть собрано радиолюбителем средней квалификации. Работать оно может с любым современным радиовещательным приемником первого или второго класса, имеющим гнезда «Выход на дополнительный громкоговоритель», а также от магнитофона. Устройство состоит из усилительной части и блока питания.

Усилительная часть устройства представляет собой обычный двухтактный усилитель на лампах 6П3С, нагрузкой которого являются гирлянды лампочек (рис. 1).

Напряжение раскачки (приблизительно 0,5—1 *в*) с гнезд радиоприемника (или другого устройства) поступает на первичную обмотку повышающего трансформатора $Тр_1$. С вторичной обмотки напряжение

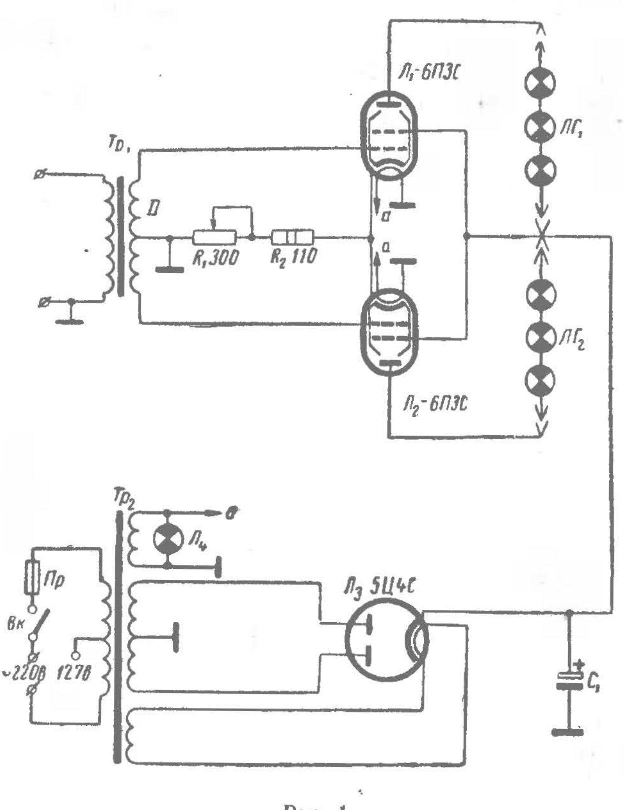


Рис. 1

поступает на управляющие сетки ламп 6П3С, в аноды которых включено по одной ламповой гирлянде. С помощью катодного сопротивления автоматического смещения R_1 устанавливается такой ток покоя ламп 6П3С, при котором гирлянды слегка светятся при отсутствии сигнала. Каждая ламповая гирлянда состоит из девяти миниатюрных лампочек 24 *в*×0,1 *а*

от телефонного коммутатора, окрашенных в различные цвета. Вследствие малых размеров нити накаливания каждая лампочка вполне успевает менять свою яркость в такт с музыкой. Для самодельных гирлянд, состоящих из лампочек от карманного фонаря или других типов ламп, необходим выходной понижающий трансформатор, первичная обмотка которого включается в анодные цепи ламп 6П3С.

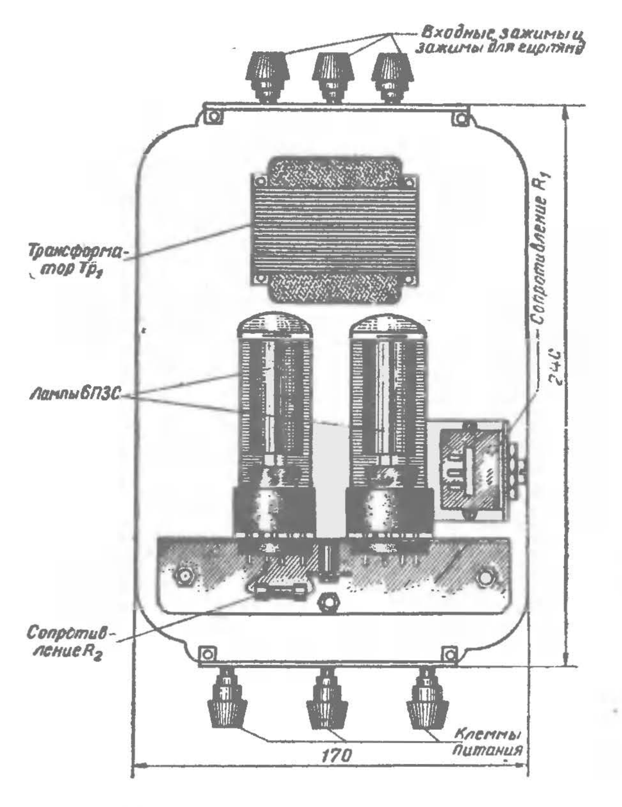


Рис. 2

Сопротивление R_1 представляет собой проволочный потенциометр мощностью 5—8 *вт*, сопротивление R_2 типа МЛТ мощностью 2 *вт*. Трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из стандартных пластин

Ш-20, толщина набора 35 *мм*. Первичная обмотка содержит 10—20 витков ПЭЛ 1, вторичная обмотка состоит из 1 000+1 000 витков провода ПЭЛ 0,3. Усилитель собран в металлическом кожухе размерами 240×175×105 *мм*. Лампы 6П3С укреплены на стальном угольнике. Размещение остальных деталей видно на рис. 2.

В качестве блока питания использован школьный выпрямитель (см. рис. 1). С помощью многожильного кабеля с него на блок усилителя подается анодное напряжение 350 *в* и накальное напряжение 6,3 *в*.

Радиолюбитель, как правило, имеет выпрямитель, обеспечивающий такие напряжения, или может собрать его самостоятельно.

При отсутствии сигнала на входе усилитель потребляет ток по анодной цепи 75 *ма*, а при нормальном напряжении на входе 0,6 *в* приблизительно 100 *ма*. Мощность, потребляемая всем устройством от сети 220 *в*, составляет 70 *вт*. Напряжение, развиваемое на каждой гирлянде при нормальном свечении гирлянд, составляет 90 *в*, т. е. гирлянды работают с пониженным напряжением.

Имеет смысл размещать некоторые из лампочек гирлянд около стеклянных елочных игрушек, имеющих форму шара или полусферы, — это увеличивает эффект.

СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Полупроводниковые приборы — диоды и транзисторы выпускаются в настоящее время на основе двух материалов: германия и кремния. В последнее время промышленностью начато освоение выпуска полупроводниковых приборов на основе арсенида галлия.

Германиевые диоды и транзисторы могут работать в диапазоне температур от —60 до +70° С, кремниевые приборы рассчитаны на эксплуатацию при температуре от —60 до +120—150° С. Все транзисторы вне зависимости от исходного материала и способа получения перехода можно разделить на транзисторы малой, средней и большой мощности.

По частотным свойствам транзисторы разделяют на низкочастотные, среднечастотные, высокочастотные и сверхвысокочастотные.

Диоды подразделяют в зависимости от области применения на выпрямительные, универсальные (высокочастотные), сверхвысокочастотные, импульсные, опорные (стабилитроны), переключающие четырехслойные (управляемые и неуправляемые), варикапы и туннельные диоды.

Транзисторы малой мощности — это транзисторы, допускающие мощность рассеяния на коллекторе не более 0,3 *вт*. Допустимая мощность рассеяния на коллекторе у транзисторов средней мощности лежит в пределах от 0,3 до 3 *вт*. И, наконец, транзисторы

большой мощности допускают на коллекторе мощность рассеяния более 3 *вт*. Для маломощных транзисторов электрическая мощность, выделенная на коллекторе, измеряется без дополнительного внешнего теплоотвода. Для транзисторов средней и большой мощности допустимая мощность указывается с учетом внешнего радиатора.

Транзисторы низкочастотные — это транзисторы, рабочая частота которых менее 300 *кгц*. Для среднечастотных транзисторов рабочая частота лежит в пределах от 300 *кгц* до 30 *Мгц;* высокочастотные транзисторы работают на частотах от 30 до 300 *Мгц*, а сверхчастотные предназначены для использования на частотах более 300 *Мгц*.

Старые типы полупроводниковых приборов, которые были разработаны до 1964 года, выпускаемые и в настоящее время, имеют название, складывающееся из следующих элементов: буквой Д обозначают все диоды, буква П присвоена всем плоскостным транзисторам, с буквы С начинаются названия точечных диодов. Последние с производства сняты.

Число, стоящее после буквы, является вторым элементом обозначения полупроводникового прибора и указывает на область его применения. В табл. 1 приведены цифровые обозначения диодов согласно старой классификации. Буква, стоящая после цифры, определяет электрические свойства диода (обратное напряжение, прямое падение напряжения, емкость диода и т. п.). Исключение составляют плоскостные диоды типа Д7, маркировка которых была определена ранее, до введения упомянутой выше системы. В качестве примера приведем название распространенного плоскостного кремниевого диода Д226.

В названии транзисторов после буквы стоит число, которое указывает на область применения транзистора. В табл. 2 приведены цифры, определяющие область применения транзисторов. Буквы А, Б, В и т. д., стоящие после цифры в обозначении транзистора, определяют его частные электрические свойства (коэффициент усиления, предельную частоту усиления или генерации, время включения, обратный ток коллектора и т. п.).

Старая система обозначений и классификации полупроводниковых приборов обладает целым рядом недостатков и в 1964 году была заменена новой. Согласно ГОСТу 10862—64 вводится новая система классификации и обозначений диодов и транзисторов. По новой системе обозначение полупроводникового прибора складывается из четырех элементов.

Первый из них, буква или цифра, указывает на материал, из которого изготовлен полупроводниковый прибор.

Буква Г или цифра 1 означает, что прибор изготовлен на основе германия.

Буквой К или цифрой 2 обозначают кремниевые приборы.

Буквой А или цифрой 3 — приборы, изготовленные из арсенида галлия.

Второй элемент обозначения — буква, указывающая класс или группу приборов:

Д — выпрямительные, универсальные и импульсные диоды;

Т — транзисторы;

В — варикапы;

А — сверхвысокочастотные диоды;

Ф — фотоприборы;

Н — неуправляемые многослойные переключающие приборы;

У — управляемые многослойные переключающие приборы;

И — туннельные диоды;

С — стабилитроны;

Ц — выпрямительные столбы и блоки.

Третий элемент — число, указывающее назначение или электрические свойства прибора. Расшифровка третьего элемента обозначений полупроводниковых приборов помещена в табл. 3.

Четвертый элемент — буква, показывающая разновидность типа из данной группы приборов. Например, КЦ401А обозначает, что это кремниевый выпрямительный блок или столб средней мощности типа А; ГТ109А — германиевый транзистор малой мощности низкой частоты, разновидность типа А.

Таблица 1

СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

Область применения, назначение	Номер в обозначении
Точечные германиевые	1—100
Точечные кремниевые	101—200
Плоскостные кремниевые	201—300
Плоскостные германиевые	301—400
Смесительные, СВЧ детекторы	401—500
Диоды-умножители	501—600
Видеодетекторы	601—700
Параметрические германиевые	701—749
Параметрические кремниевые	750—800
Опорные диоды (стабилитроны)	801—900
Варикапы	901—950
Туннельные диоды	951—1000
Выпрямительные столбы	1001—1100

Таблица 2

СИСТЕМЫ ОБОЗНАЧЕНИЙ ТРАНЗИСТОРОВ

Область применения, назначение	Номера в обозначении
Маломощные германиевые низкочастотные	1—100
Маломощные кремниевые низкочастотные	101—200
Мощные германиевые низкочастотные	201—300
Мощные кремниевые низкочастотные	301—400

Продолжение

Область применения, назначение	Номера в обозначении
Маломощные германиевые высокочастотные	401—500
Маломощные кремниевые высокочастотные	501—600
Мощные германиевые высокочастотные	601—700
Мощные кремниевые высокочастотные	701—800

Таблица 3

НОВЫЕ СИСТЕМЫ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Область применения, назначение	Номера в обозначении
Диоды низкой частоты:	
выпрямительные диоды	101—399
универсальные диоды	401—499
импульсные диоды	501—599
варикапы	101—999
Сверхвысокочастотные диоды:	
смесительные	101—199
видеодетекторные	201—299
модуляторные	301—399
параметрические	401—499
переключающие	501—599
умножительные	601—699
Фотодиоды	101—199
Фототранзисторы	201—299
Неуправляемые многослойные переключающие приборы:	
малой мощности	101—199
средней мощности	201—299
большой мощности	301—399
Управляемые многослойные переключающие приборы:	
малой мощности	101—199
средней мощности	201—299
большой мощности	301—399

Область применения, назначение	Номера в обозначении
Туннельные диоды:	
усилительные	101—199
генераторные	201—299
переключающие	301—399
Стабилитроны малой мощности:	
напряжение стабилизации от 1,0 до 9,9 *в* . . .	101—199
напряжение стабилизации от 10 до 99 *в*	201—299
напряжение стабилизации от 100 до 199 *в* . . .	301—399
Стабилитроны средней мощности:	
напряжение стабилизации от 1,0 до 9,9 *в* . . .	401—499
напряжение стабилизации от 10 до 99 *в*	501—599
напряжение стабилизации от 100 до 199 *в* . . .	601—699
Стабилитроны большой мощности:	
напряжение стабилизации от 1,0 до 9,9 *в* . . .	701—799
напряжение стабилизации от 10 до 99 *в*	801—899
напряжение стабилизации от 100 до 199 *в* . . .	900—999
Выпрямительные столбы малой мощности	101—199
Выпрямительные столбы средней мощности	201—299
Выпрямительные блоки малой мощности	301—399
Выпрямительные блоки средней мощности	401—499
Выпрямительные блоки большой мощности	501—599
Транзисторы малой мощности:	
низкой частоты	101—199
средней частоты	201—299
высокой частоты	301—399

Продолжение

Область применения, назначение	Номера в обозначении
Транзисторы средней мощности:	
низкой частоты	401—499
средней частоты	501—599
высокой частоты	601—699
Транзисторы большой мощности:	
низкой частоты	701—799
средней частоты	801—899
высокой частоты	901—999

СОДЕРЖАНИЕ ВРЛ №22